

## Тромбоэмболия легочной артерии: лучевая диагностика (обзор и портфолио)

Ф.И. Куликова<sup>1,2</sup>, Н.Н. Колотилова<sup>3</sup>,  
К. Alekseyenko<sup>4</sup>, Е.А. Абрамова<sup>1</sup>,  
Е.В. Горшкова<sup>2</sup>, В.М. Байбаков<sup>1</sup>

Днепропетровский медицинский институт традиционной и нетрадиционной медицины<sup>1</sup>  
КУ «Днепропетровская областная клиническая больница им. И.И. Мечникова»<sup>2</sup>  
ГУ «Институт ядерной медицины и лучевой диагностики НАМН Украины»<sup>3</sup>, г. Киев  
Martin Health Physician Group Family Medicine<sup>4</sup>, Florida, USA

**ВТЭ** – венозная тромбоэмболия; **ВПВ** – верхняя полая вена; **ВТЭО** – венозные тромбоэмболические осложнения; **ДС** – доплеровское сканирование; **ЛА** – легочная артерия; **КТ** – компьютерная томография; **КТВ** – компьютерная томографическая венография; **МДКТ** – мультidetекторная КТ; **МРТ** – магнитно-резонансная томография; **МРА** – магнитно-резонансная ангиография; **НПВ** – нижняя полая вена; **СКТ** – спиральная КТ; **ТГВ** – тромбоз глубоких вен; **ТЭЛА** – тромбоэмболия легочной артерии; **ХОБЛ** – хронические обструктивные болезни лёгких; **ЭКГ** – электрокардиография; **ЭхоКГ** – эхокардиография; **2D-СТ-ЭхоКГ** – 2D-спектринг эхокардиографии.

**Цель статьи** – обзор информативности технологий лучевой диагностики в аспекте идентификация ТЭЛА и презентация в рамках портфолио собственных данных.

**Определения.** ВТЭО являются собирательным понятием и охватывают ТГВ, тромбоз поверхностных вен (тромбофлебит) и ТЭЛА. В настоящее время ВТЭО остаются актуальной клинической и медико-социальной проблемой [23]. ТЭЛА – это окклюзия просвета основного ствола или ветвей ЛА частицами тромба, сформировавшегося в венах большого круга кровообращения или полостях правого сердца, переносимыми в малый круг кровообращения с током крови, и ассоциированная со снижением кровотока в лёгких [30].

Тромбоз ЛА – локальное тромбообразование в системе легочных артерий. Отличить локальное тромбообразование в малом круге кровообращения (у больных с сердечной недостаточностью, опухолями и др.) от эмболизации из других сосудистых регионов иногда

крайне сложно, поэтому чаще всего их рассматривают вместе как единый симптомокомплекс [31].

**Элементы эпидемиологии и статистики.** Острая ТЭЛА является наиболее серьезным клиническим проявлением ВТЭО. ТЭЛА в большинстве ситуаций – следствие ТГВ. Данные по ее эпидемиологии, факторам риска и естественному течению получены в исследованиях, в которых случаи ВТЭО анализировались в целом. Эпидемиология ТЭЛА устанавливается с трудом, так как эта болезнь может протекать бессимптомно либо быть случайной находкой. В некоторых случаях первым проявлением ТЭЛА бывает смерть [36].

В Украине статистика по ТЭЛА отсутствует, вероятная частота ее составляет 120-130 тыс. случаев в год, приближаясь к частоте инсультов [33]. Из обзора литературы [7] на основе одного достоверного источника и двух дискуссионных следует, что вероятная частота ТЭЛА в Украине составляет примерно 50 тыс. случаев в год, в том числе около 10 тыс. со смертельным исходом.

Смертность при нелеченной ТЭЛА приближается к 30 %, при адекватном лечении она может быть уменьшена до 2-8 %. Распространенность ТЭЛА (по данным вскрытий, составляет около 12-15 % среди госпитализированных пациентов) остается стабильной в течение последних десятилетий, что обуславливает ее общеклиническое значения [35].

В отечественной медицине ведутся работы по изучению ТЭЛА в различных аспектах [2-5, 7, 9-22, 24-29]. Так, например, в рамках специальности **патологическая анатомия** на основании ретроспективного (254 протокола пато-

логоанатомического исследования и медицинские карты стационарных больных) и проспективного (79 случаев смерти по причине ТЭЛА) исследований аутопсий и клинико-патоморфологических сопоставлений на базе Львовской областной больницы систематизированы особенности внутри- и внебольничной фатальной ТЭЛА. Впервые проведен комплексный анализ клинических данных, гемостазиологических показателей, результатов аутопсий пациентов, умерших от ТЭЛА в лечебном учреждении. Определена частота и проанализирована динамика фатальной ТЭЛА, установлены факторы и степени риска, заболевания и оперативные вмешательства, которые осложняются развитием ТЭЛА. Установлены причины смерти больных после хирургического и консервативного лечения ТЭЛА. Изучены патоморфологические проявления хронической прекапиллярной легочной гипертензии, обусловленной рецидивной ТЭЛА. Впервые на практическом материале систематизированы дефекты диагностических и лечебных мер профилактики внутрибольничной ТЭЛА. Исследовано влияние ятрогенной патологии – тромбозов вен, связанных с медицинскими манипуляциями, на развитие фатальной ТЭЛА [13].

**Этиология.** Закупорка ЛА может происходить тромбом, каплями жира костного мозга, воздухом, паразитами (аскаридами). Чаще всего ТЭЛА встречается при таких заболеваниях: флебитах и тромбофлебитах нижних, реже верхних конечностей, вен малого таза; новообразованиях различных органов; сердечно-сосудистых заболеваниях с выраженной кардиомегалией, большими пустотами левого и правого желудочков (митральный стеноз, ишемическая болезнь сердца, инфаркт миокарда, дилатационная кардиомиопатия, диффузные миокардиты, инфекционный эндокардит, фибрилляция предсердий, хроническая сердечная недостаточность и т.д.); парадоксальной тромбоэмболии с левого в правый желудочек при дефекте межжелудочковой перегородки; хирургических операциях, длительной иммобилизации конечностей, травмах.

ВТЭ – это результат взаимодействия между факторами риска пациента (как правило, перманентными) и ситуационными факторами риска (как правило, временными). Это широкий спектр предрасполагающих экзогенных и генетических факторов. ВТЭ может быть «спровоцированной» при наличии временных

или обратимых факторов риска (например, хирургическая операция, травма, иммобилизация, беременность, прием пероральных контрацептивов или гормонозаместительная терапия) в течение 3-6 месяцев перед постановкой диагноза [36] и «неспровоцированной» – при их отсутствии. ТЭЛА может развиваться при отсутствии всех известных факторов риска. Обширные травмы, хирургические операции, переломы нижних конечностей, протезирование суставов и повреждение спинного мозга являются мощными провоцирующими факторами [36]. Предрасполагающим фактором ВТЭ является рак. При разных вариантах рака риск ВТЭ варьируется: наибольший риск присутствует при гематологических злокачественных заболеваниях, раке легкого, желудочно-кишечного тракта, поджелудочной железы и злокачественных опухолях головного мозга. Рак является мощным фактором риска общей летальности после эпизода ВТЭ [2,3].

У женщин детородного возраста наиболее частым предрасполагающим фактором ВТЭ являются пероральные контрацептивы [36]. Если ВТЭ развивается во время беременности, она становится серьезной причиной материнской летальности. Наивысший риск присутствует в III триместре беременности и в течение 6 мес. после родов: в первые 3 мес. после родов риск ВТЭ в 60 раз выше, чем у небеременных женщин [36]. Экстракорпоральное оплодотворение также повышает риск ТЭЛА, связанной с беременностью. **Патогенез.** В развитии ТЭЛА сохраняет актуальность триада Вирхова: замедление кровотока, поражение эндотелия сосудов и повышение свертываемости крови, а также активация свертывания крови, повышение агрегации тромбоцитов, снижение фибринолиза; снижение синтеза плазмينا, антитромбина III, эндогенных антикоагулянтов; повышение активности ингибиторов плазминогена; увеличение синтеза вазоконстрикторов (тромбоксана, эндотелина, норадреналина, ангиотензина II), уменьшение вазодилатирующей функции сосудов (синтеза оксида азота, простаглицлина). Ведущим фактором развития гемодинамических расстройств при ТЭЛА является механическая обструкция легочного артериального русла, что приводит к резкому повышению давления в ЛА с развитием артериальной гипоксемии и дыхательной недостаточности. Увеличение сосудистого сопротив-

ления и повышение давления в ЛА приводит к развитию острого легочного сердца и правожелудочковой недостаточности [7]. Независимо от тяжести и причин развития, роли в танатогенезе, ТЭЛА всегда является осложнением разных болезней, травм и оперативных вмешательств. Согласно предписаниям МКБ-10 ТЭЛА становится самостоятельным заболеванием, представляя собой вид акушерской эмболии, будучи ятрогенным патологическим процессом [8].

**Эксперимент.** Известна методика получения ТЭЛА у мелких животных (путём внутривенного введения рентгеноконтрастных тромбоемболов из крови животного, приготовленных *in vitro*), которая позволяет моделировать её различные патофизиологические формы (массивная, простая, мелких ветвей и другие), развивающиеся микроциркуляторные, венти-

ляционные дисфункции и морфологические изменения в бронхо-лёгочной системе [9].

Несмотря на то, что проблемой ТЭЛА занимаются давно, существуют определенные разногласия по этиологии, патогенезу, распространенности и клинических проявлений этого патологического состояния. Даже в рамках утвержденных клинических рекомендаций в Украине и России по ТЭЛА, существует еще много открытых вопросов, а самой дискуссионной остается диагностическая тактика при подозрении на наличие тромбоемболических осложнений в системе ЛА [7].

**Диагностика.** При подозрении на ТЭЛА необходимо решить следующие задачи: подтвердить наличие эмболии; установить локализацию тромбоемболов в легочных сосудах; определить объем эмболического поражения сосудистого русла легких; оценить состоя-

**Таблица 1.**

**Зависимость валидизированных критериев диагноза технологий диагностики ТЭЛА у больных без шока и гипотензии от клинической вероятности [36].**

Диагностический критерий	Клиническая вероятность ТЭЛА				
	низкая	средняя	высокая	маловероятна	вероятна
<b>Исключение ТЭЛА</b>					
<b>D - димер</b>					
Отрицательный результат высокочувствительного метода	+	+	-	+	-
Отрицательный результат метода с умеренной чувствительностью	+	±	-	+	-
<b>КТА легких</b>					
Нормальный результат МДКТ	+	+	±	+	±
<b>V/Q - сцинтиграфия:</b>					
Нормальный результат	+	+	+	+	+
Неинформативный результат* и отрицательный результат проксимального КУЗИ	+	±	-	+	-
<b>Подтверждение ТЭЛА</b>					
КТА легких с выявлением как минимум сегментарной ТЭЛА	+	+	+	+	+
V/Q - сцинтиграфия с высокой вероятностью ТЭЛА	+	+	+	+	+
ТГВ при проксимальном КУЗИ	+	+	+	+	+

*Примечание:* \* – результат сцинтиграфии с низкой или средней вероятностью ТЭЛА по классификации P10PED; «+» – надежные диагностические критерии, не требующие дальнейшего обследования; «-» – ненадежные критерии, рекомендуется дальнейшее обследование; «±» – противоречивые критерии (желательно дальнейшее обследование).

ние гемодинамики в большом и малом круге кровообращения; выявить источник эмболии, оценить вероятность ее рецидива. **Диагностическая тактика** при подозрении на ТЭЛА может варьировать в зависимости от доступности специфических методов диагностики в разных клиниках, опыта их применения и клинической ситуации. В таблице 1 представлен один из многочисленных вариантов выбора альтернативных диагностических алгоритмов.

**Рентгенография.** Проведение рентгенографии органов грудной клетки для выявления ТЭЛА сегодня считается малоинформативным. Большинство признаков являются непостоянными и недостаточно специфичными. Однако этот метод остается довольно распространенным и доступным при подозрении на патологию лёгких. К наиболее репрезентативным рентгенографическим признакам ТЭЛА относятся [20]: высокое и малоподвижное стояния купола диафрагмы в области повреждения легкого (этот признак имеет место в 40 % наблюдений, возникает вследствие уменьшения легочного объема в результате появления ателектазов и воспалительных инфильтратов); обеднение легочного рисунка (симптом Вестермарка) – более специфичный, однако относительно редкий признак ТЭЛА (5 % случаев); дискообразные ателектазы; инфильтраты легочной ткани (характерно для инфарктной пневмонии); симптом Хэмптона – клиновидные затемнения легочного поля, основанием обращённые к плевре; расширение тени верхней полой вены из-за повышения давления наполнения правых отделов сердца; увеличение размеров ЛА – взбухание второй дуги (легочного конуса) по левому контуру сердечной тени (признак Флейшнера); кардиомегалия (увеличение кардиоторакального индекса  $> 0,5$ ).

Симптом Вестермарка обладает низкой чувствительностью (11 %) и высокой специфичностью (92 %) для диагностики ТЭЛА [51]. Проще говоря, симптом редко встречается при ТЭЛА, но когда он виден на рентгенограмме грудной клетки, он однозначно указывает на ТЭЛА.

**Компьютерная томография.** МСКТ обладает следующими преимуществами [10]: возможность комплексной оценки сосудистого русла на наличие тромбов в ЛА и в НПВ, венах таза и нижних конечностей (благодаря повышению скорости исследования); возмож-

ность исследования большой протяженности (более 1,0 м) и проведения комплексной оценки состояния сосудистого русла (вены нижней конечности, малого таза и НПВ); возможность выявления тромбов в субсегментарных артериях легкого; использование меньшего количества рентгеноконтрастного вещества без введения пробного болюса для определения пика концентрации в ЛА; наличие программы автоматического запуска сканирования при достижении заданной концентрации рентгеноконтрастного вещества в зоне интереса; возможность построения более качественных, чем на СКТ, мультипланарных, 3D и виртуальных изображений; получение томограмм высокого качества при применении существенно меньшей дозы облучения.

Проведено фундаментальное клиническое и инструментальное обследование 399 пациентов в возрасте от 20 до 85 лет (251 мужчина и 148 женщин) и 87 пациентов контрольной группы, которым выполнили комплекс клиничко-лабораторных исследований в аспекте сопоставления информативности СКТ, МСКТ, МРТ, ДС, ЭхоКГ, исследования крови на D-димер) [11]. На 1 пациента с выявленной ТЭЛА приходилось 3,7 исследований. Разработанные методики СКТ и МСКТ-ангиопульмографии непосредственно визуализируют тромбоэмболы в сосудистом русле легких. СКТ- и МСКТ-ангиопульмография имеют равные возможности в оценке ствола и главных ветвей ЛА. Чувствительность, специфичность и точность составили 100 %. На субсегментарном уровне отмечено преимущество МСКТ перед СКТ: чувствительность составила 98,2 %, специфичность – 96,2 %, точность – 98,5 % и 92,6%, 86,0% и 91,1% соответственно. Методика МСКТ-флебографии позволяет в рамках комплексного МСКТ исследования выявить источник ТЭЛА в системе ВПВ и НПВ. Чувствительность МСКТ-флебографии составила 98,6 %, специфичность – 90,9 %, точность – 97,8 %. Методика СКТ-флебографии (чувствительность – 98,4 %, специфичность – 89,3 %), точность – 97,7 %) может быть альтернативой МСКТ-флебографии, но в рамках отдельного от СКТ АПГ исследования. Изученная КТ-анатомия неизменной ЛА и ее ветвей с помощью СКТ и МСКТ показывает, что МСКТ визуализирует сосуды в системе ЛА диаметром 1,0 мм, СКТ – не менее 1,6 мм. Анализ данных позволил определить прямые и

косвенные признаки ТЭЛА. Абсолютным прямым признаком ТЭЛА был «дефект наполнения», встретившийся в 100 % случаев. Локальное расширение пораженного сосуда встретилось в 6,4-71,3 %) случаев в зависимости от локализации тромбоемболов. Симптом «ампутации сосуда» был зарегистрирован в 3,8-13,6 %. Наиболее информативный косвенный признак ТЭЛА – инфаркт легкого, наблюдавшийся у 40 % пациентов. Другие косвенные признаки обнаруживались реже: дисковидные ателектазы в 10,3-27,7 % случаев, симптом Вестермарка в 1,1-4,8 % случаев, плевральный выпот в 2,4-5,1 % и гидроторакс в 0,8-5,1 % случаев. Комплексное выполнение МСКТ исследования с постпроцессингом данных (мультипланарные и 3D реформации, виртуальная ангиоскопия) позволяет установить факт развития ТЭЛА и одновременно выявить ее источник. Чувствительность методики – 99,1 %, специфичность – 97,6 %, точность – 99,0 %. СКТ – метод выбора при диагностике ТЭЛА. Ее чувствительность – 97,1 %, специфичность – 93,6 %, точность – 96,3 % [11]. В исследовании ROPED II установлена чувствительность 83 % и специфичность 96 % для МДКТ (преимущественно для 4 – детекторных томографов) [48]. В этом же исследовании подчеркнута важность клинической вероятности для прогностической роли МДКТ. У больных с низкой или средней клинической вероятностью ТЭЛА по Веллсу отрицательный результат КТА обладает высоким отрицательным прогностическим значением в отношении ТЭЛА (96 % и 89 % соответственно), тогда как при высокой клинической вероятности отрицательное прогностическое значение МДКТ составляет всего 60 %. Напротив, положительное прогностическое значение положительного результата МДКТ достаточно высоко (92-96 %) у больных со средней или высокой клинической вероятностью, но гораздо ниже (58 %) у больных с низкой клинической вероятностью ТЭЛА. Поэтому клиницисту следует быть особенно осторожным при расхождении клинической оценки с результатами МДКТ.

Отрицательный результат МДКТ является адекватным критерием для исключения ТЭЛА у больных с невысокой клинической вероятностью этого заболевания. Неясно, нужно ли при отрицательном результате КТ продолжать обследование больного с высокой клинической вероятностью. Обнаружение признаков ТЭЛА

на сегментарном или более проксимальном уровне при МДКТ является достаточным подтверждением ТЭЛА у больных с невысокой клинической вероятностью, однако положительное прогностическое значение МДКТ у больных с низкой клинической вероятностью ТЭЛА гораздо ниже, поэтому в этой ситуации требуется дальнейшее обследование больного, особенно если тромбы локализируются только в сегментарных или субсегментарных артериях.

**КТВ** расценивается как простой метод диагностики ТГВ у больных с подозрением на ТЭЛА, если эту процедуру можно комбинировать с КТА, используя только 1 внутривенную инъекцию контрастного вещества. В исследовании ROPED II сочетание КТА с КТВ повышало чувствительность при диагностике ТЭЛА с 83 до 90 % при такой же специфичности (около 95 %), однако соответствующее увеличение отрицательного прогностического значения было клинически незначимым. При КТВ существенно повышается лучевая нагрузка, что нежелательно, особенно при обследовании молодых женщин [48]. Поскольку в исследовании ROPED II при проведении КТВ и КУЗИ получены одинаковые результаты у больных с симптомами ТГВ [36, 48], при необходимости вместо КТВ рекомендуется использовать УЗИ. МСКТ целесообразно использовать для дифференциального диагноза, так как по информативности она не уступает селективной ангиопульмонографии, а по визуализации органов средостения превосходит последнюю [20]. Большинство клинических симптомов, лабораторных, ЭКГ и ЭхоКГ признаков достоверно не различаются у больных с различными причинами обострения ХОБЛ. Данные перфузионной сцинтиграфии у пациентов с ХОБЛ чаще, чем при других заболеваниях диагностически недостоверные, что обусловлено нарушением легочной перфузии в результате реактивной вазоконстрикции из-за бронхиальной обструкции.

МСКТ-ангиопульмонография – высокоэффективный метод ранней диагностики ТЭЛА у пациентов с ХОБЛ [17, 18].

КТ-ангиопульмонография позволяет быстро получить томографическое изображение сосудистого русла легких при непрерывном введении контрастного вещества во время единственного вдоха. Ограничение метода – относительно плохая визуализация периферических зон верхних и нижних долей легких. КТ-

ангиопульмонография является основным методом верификации диагноза при подозрении на ТЭЛА, причем ее точность сопоставима с точностью инвазивной ангиопульмонографии. Обобщение данных 15 диагностических исследований, в которых суммарно участвовали 3500 пациентов с вероятной ТЭЛА, показывает, что негативная предсказательная ценность КТ-ангиопульмонографии в отношении ТЭЛА составляет 99,1 %, а в отношении фатальной ТЭЛА – 99,4 %. Метод наиболее чувствителен в отношении выявления тромбоза в стволе ЛА, а также в ее долевых и сегментарных ветвях. В отношении тромбоза субсегментарных ветвей ЛА чувствительность метода снижалась на 25-30 %, однако ее можно улучшить при использовании мультidetекторного сканера: в исследовании ROPEDII чувствительность МДКТ-ангиопульмонографии составила 83 %, а специфичность – 96 %. Дополнительным преимуществом СКТ является возможность обнаружения внесосудистых патологических процессов (таких как лимфаденопатия, опухоли легких, эмфизема и другие паренхиматозные заболевания легких, а также заболевания плевры) [36, 48].

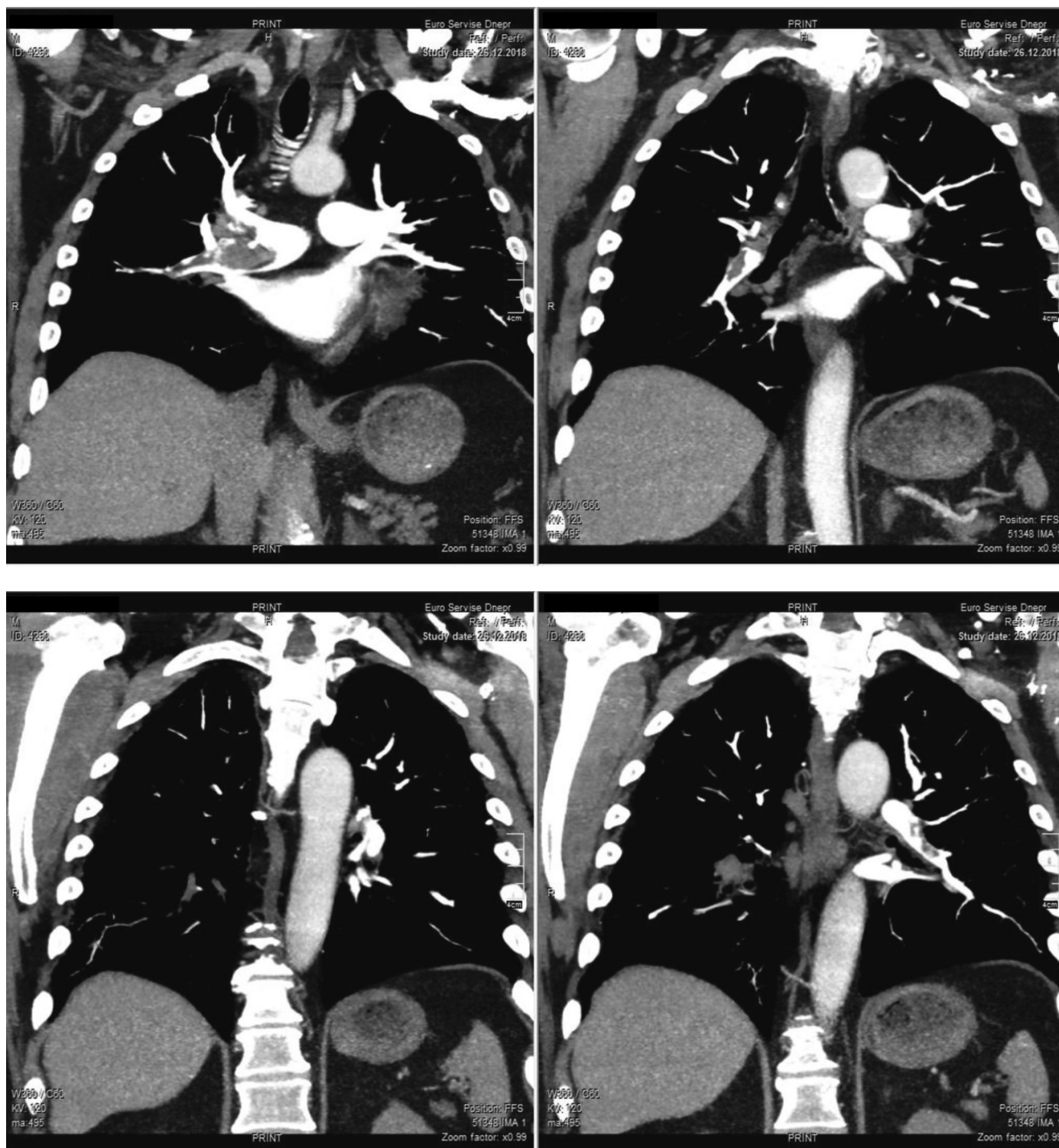
КТ исследование должно включать сканирование не только грудной клетки, но и малого таза с проксимальным отделом бедер (для выявления тромбов в системе НПВ). Для более четкой визуализации тромбов в сегментарных и субсегментарных артериях КТ исследование необходимо проводить с толщиной среза 1,25 мм; для выявления изменений микроциркуляции легочной ткани должна выполняться высокоразрешающая КТ с толщиной среза 1,0 мм [24].

**Портфолио.** Информативность КТ визуализации ТЭЛА на 64-срезовом томографе может быть проиллюстрирована собственными наблюдениями (рис. 1-4).

**Технологии МРТ** при подозрении на ТЭЛА изучались неоднократно много лет [11, 41-43, 45, 46, 48-49, 52]. По итогам одного из первых фундаментальных исследований [11] МРТ не рекомендуется как метод первой диагностики ТЭЛА из-за длительности исследования, а значит возможной потери времени в ургентной ситуации при тяжелом состоянии пациента. Последующие исследования (в работе [48] обследован 371 пациент, в работе [45] – 274 пациента) показали, что эта технология не вполне пригодна для практического использования



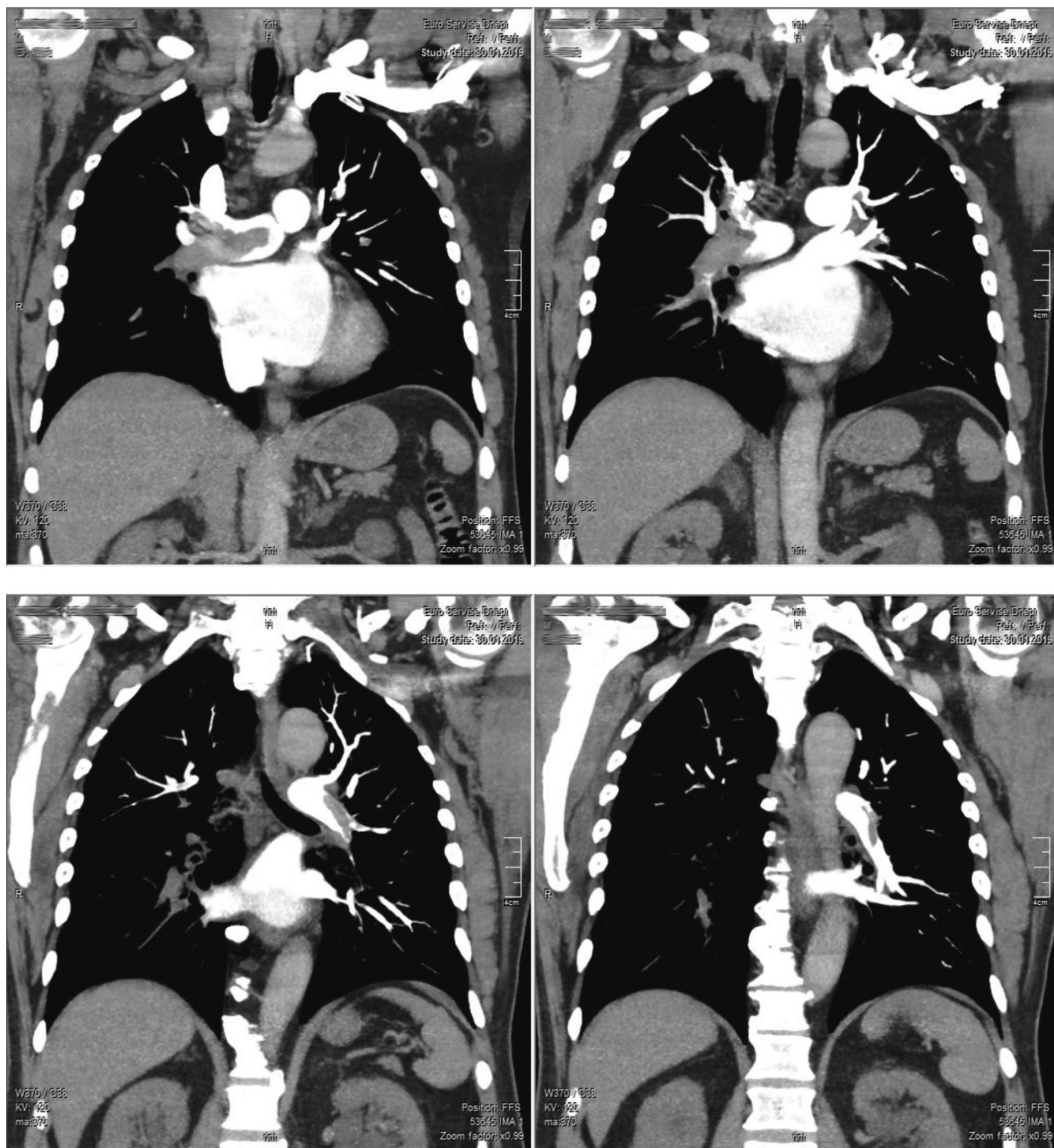
**Рис. 1.** Пациент К., 68 лет. Тромбоз вен нижних конечностей. КТ-признаки массивной ТЭЛА. Инфаркт-пневмония в н/доле справа, более мелкие участки инфаркт-пневмоний базально слева.



**Рис. 2.** Пациент С., 66 лет. Илеофemorальный тромбоз. Аневризма бедренной артерии. КТ-признаки массивной ТЭЛА. Признаки легочной гипертензии. Множественные обызвествлённые очаги в паренхиме легкого.

из-за низкой чувствительности, высокого количества диагностически неинформативных сканов и малой доступности в большинстве отделений неотложной помощи. Возможности МРТ визуализации лёгких, бронхиол и альве-

ол, их диффузных изменений ограничены низкой плотностью протонов, вызывающей низкое отношение сигнал/шум, и чувствительностью к артефактам искажения из-за большой границы раздела между воздухом и паренхи-



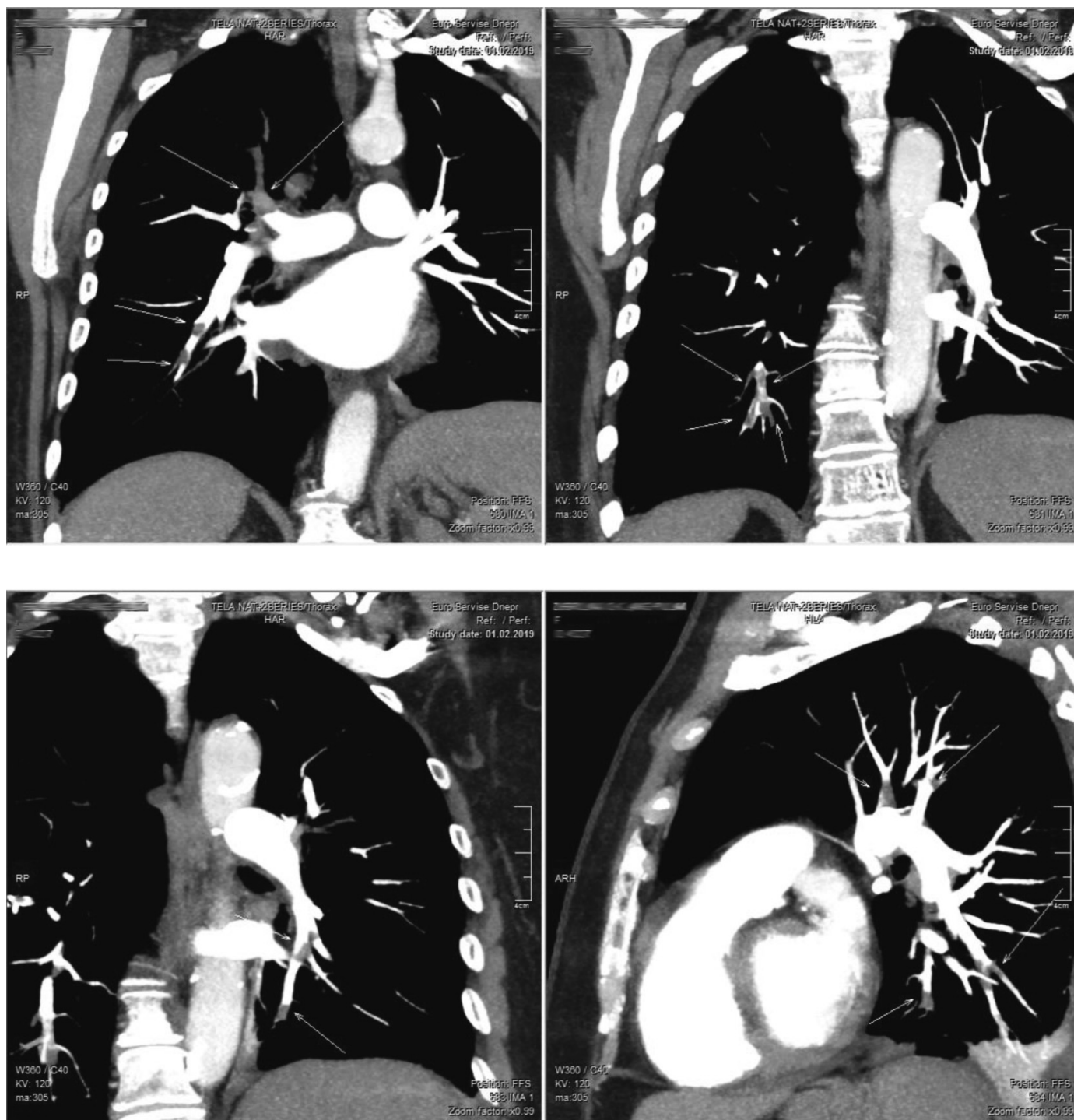
**Рис. 3.** Пациент М., 65 лет. Эндопротезирование бедренного сустава. Массивная ТЭЛА. Признаки портальной гипертензии. Единичный очаг S9 справа, вероятно фиброзного характера.

мой, дыхательных и сердечных сокращений, пульсирующего кровотока [11].

Тем не менее, исследования [49] 20 больных с ТЭЛА в возрасте от 24 до 85 лет и 20 здоровых добровольцев в возрасте от 27 до 64 лет, в режиме естественного дыхания с общим

временем исследования 20 минут, показали возможность при помощи диффузионно-взвешенной МРТ идентифицировать ТЭЛА, измерить коэффициент диффузии ЛЭ от центрального до субсегментарного уровней. Больше количество ЛЭ наблюдается при  $b=50$ , по





**Рис. 4.** Пациентка 3., 77 лет. В-клеточный хронический лимфолейкоз. Массивная ТЭЛА. Признаки легочной гипертензии. Участки уплотнения легочной ткани, вероятно инфаркты. Единичный обызвествленный очаг S10 справа, единичный очаг в S1+2 слева, вероятно фиброзного характера. Небольшое количество жидкости в плевральной полости с обеих сторон. Небольшое количество жидкости в полости перикарда.

сравнению с  $b=400$  и  $b=800$ . Чувствительность при обнаружении ТЭЛА при всех значениях  $b$  составляет 90-100 %, в то время как специфичность – всего 15 % для  $b=50$  и 60 % для  $b=800$ .

В работе [42] (Медицинский центр Университета Аризоны) в 2012 г. оценили информативность и показатели диагностической эффективности 3 технологий МРТ при обследовании 22 больных (табл. 2).

Таблица 2.

Показатели диагностической эффективности (%) технологий МРТ идентификации легочной эмболии по сегменту ЛА [42].

	Справа				Слева		
	ПЛА	ВД	СД	НД	ВД	Я	НД
МРА							
Ч	100	50	50	69	57	29	57
С	100	90	100	100	100	100	100
ППР	100	86	100	100	100	100	100
ПОР	100	60	71	55	83	75	57
$T_1$ -взвешенные 3D изображения							
Ч	100	67	70	81	57	43	93
С	100	100	100	100	100	100	100
ППР	100	100	100	100	100	100	100
ПОР	100	71	80	67	83	79	89
Градиентное $T_2$ (когерентное градиентное эхо)							
Ч	100	58	70	75	71	43	71
С	100	100	100	100	100	100	100
ППР	100	100	100	100	100	100	100
ПОР	100	67	80	60	88	79	67

Примечания: ПЛА – правая ЛА; ВД – верхняя доля; СД – средняя доля; НД – нижняя доля; Я – язычок; Ч – чувствительность; С – специфичность; ППР – прогностичность положительного результата; ПОР – прогностичность отрицательного результата. Тромбов в левой ЛА не было.

**Вентиляционно-перфузионная сцинтиграфия (V/Q-сцинтиграфия)** – это эффективная технология визуализации, оценки кровообращения легких [7, 18, 37] и определения соотношения вентиляции/перфузии: вентиляционная часть исследования определяет способность воздуха достигать всех частей легких, а перфузионная часть – насколько хорошо кровь циркулирует по сосудам легких. Радиоизотопные исследования легких – одни из наименее распространенных в Украине методик ядерной медицины [18]. По результатам [18] пульмонографии ТЭЛА была выявлена у 69,75 % больных. В 10 % случаев было выявлено поражение мелких ветвей ЛА, чего не было диагностировано при проведении КТ-АГ.

Данные проспективного рандомизированного исследования, включающего более 3400 пациентов с подозрением на легочную эмболию, свидетельствуют, что количество ложноотрицательных результатов при выполнении

V/Q-сцинтиграфии и МСКТА оказывается идентичным и составляет 1,0-1,2 % [37]. По чувствительности метод сцинтиграфии превосходит МСКТА поскольку позволяет выявить перфузионные нарушения в бассейне дистальных ветвей ЛА [17]. В исследовании [44] чувствительность МСКТА в диагностике ТЭЛА (при использовании 4-срезового компьютерного томографа) составила 86 %, а вентиляционно-перфузионной сцинтиграфии – 97 %.

Перфузионную сцинтиграфию легких рекомендуется применять у пациентов с подозрением на ТЭЛА, которая не сопровождается шоком или гипотензией [15].

Перфузионная сцинтиграфия может служить дополнительным методом исследования в сочетании с СКТ/МСКТ при подозрении на ТЭЛА [11]. По материалам [10] перфузионная сцинтиграфия легких не позволяет установить точную локализацию тромбоэмболов, поскольку выявляет не сам пораженный со-

суд, а зону, которую он снабжает кровью. При появлении перфузионных дефектов, захватывающих долю или целое легкое, сцинтиграфия лишь в 81 % наблюдений позволяет подтвердить ТЭЛА. Наличие лишь сегментарных дефектов снижает этот показатель до 50 %, а субсегментарных – до 9 %.

**Ультразвуковая диагностика.** Методы ультразвуковой диагностики являются важными дополнительными методами уточняющей диагностики [11]. ЭхоКГ даёт информацию о состоянии камер сердца, клапанного аппарата и оценке легочной гипертензии (чувствительность – 93,1 %, специфичность – 81,3 %, точность – 96,1 %). В диагностическом алгоритме при распознавании ТЭЛА ДС занимает важное место и ее значение возрастает при комплексном применении с СКТ ангиопульмонографией и перфузионной сцинтиграфией (чувствительность ДС в выявлении источника ТЭЛА – 98,3 %, специфичность – 88,2 %, точность – 97,8 %). По мнению [20] к чувствительным и информативным методам выявления ТЭЛА принадлежит ЭхоКГ.

ЭхоКГ сейчас рассматривается как один из первоочередных методов диагностики для пациентов высокого риска, у больных же невысокого риска ЭхоКГ, как и уровень D-димеров, выполняет роль «сортировочного» метода обследования: она достоверно позволяет исключить диагноз ТЭЛА и своевременно ориентировать диагностический поиск в другом направлении. Однако у нестабильных пациентов высокого риска, которым невозможно подтвердить диагноз такими методами обследования, как КТ или вентиляционно-перфузионная сцинтиграфия, положительные результаты ЭхоКГ могут расцениваться как косвенное доказательство ТЭЛА, что позволяет немедленно начать специфическое лечение.

В исследованиях [34] обследовано 104 больных с острой ТЭЛА, верифицированной с помощью МСКТ ангиографии ЛА. Всем больным проводили стандартную трансторакальную ЭхоКГ и 2D-СТ-ЭхоКГ. У 27,8 % больных с острой ТЭЛА при проведении ЭхоКГ признаки дисфункции правого желудочка отсутствуют. Нарушения сократительной способности правого желудочка у этих больных могут быть обнаружены с помощью посегментарных показателей 2D-СТ-ЭхоКГ. У больных с острой ТЭЛА с доказанной

дисфункцией ПЖ изменения сократительной способности могут быть уточнены при 2D-СТ-ЭхоКГ по снижению степени глобальной продольной деформации свободной стенки правого желудочка ( $P < 0,001$ ) и сегментарной фракции выброса ( $P < 0,001$ ) по сравнению с контролем.

**Дистанционная инфракрасная термография.** Варикозная болезнь и тромбоз нижних конечностей являются причиной ТЭЛА. В 68-75 % наблюдений причиной ТЭЛА является острый ТГВ тазобедренного сегмента и проксимальных отделов вен нижних конечностей (подколенно-бедренный сегмент) [4,12,16,28].

Отметим результат анализа опубликованных 150 статей об эффективности технологии для визуализации ТГВ за период с 1972 г. (1-ое исследование) по 2016 г. [47]: инфракрасная термография все еще является экспериментальным диагностическим тестом для пациентов с ТГВ и требует дополнительных проспективных клинических исследований для подтверждения теоретических преимуществ метода и предложения его возможного клинического применения. Обобщённые данные оценивают чувствительность и специфичность инфракрасной термографии в 80 % и 70 % соответственно. Чувствительность технологии ниже для более дистальной локализации. Среди состояний, которые могут быть причиной ложноположительных результатов – варикозное расширение вен, поверхностный тромбоз, лимфангит, инфекция, артрит, гематома, разрыв мышц, растяжение связок, воспаленная синовиальная киста, разрыв кисты Бейкера.

В то же время в работах [38, 40] показано, что термография может использоваться в качестве скринингового теста при диагностике ТГВ с помощью инновационного программного обеспечения постпроцессинга термограмм.

Технология (практически 40-летний опыт применения в Украине и СНГ для визуализации ТГВ [1, 6]) имеет импульс к развитию и использованию на базе собственного производства термографов III поколения с охлаждаемыми фотоприёмниками (в Украине – Физико-технический институт низких температур им. Б.И. Веркина НАН Украины [32]). Описан опыт применения термографии в сочетании с ультразвуковым исследовани-

ем для информативной оценки результатов лечения ТГВ [28].

**Перспектива исследований.** Единой адекватной классификации ТЭЛА не существует. Идеальная классификация должна позволить охарактеризовать: уровень эмболической окклюзии; степень нарушения перфузии лёгких; быстроту течения процесса; характер гемодинамических расстройств; риск смерти. Создание такой классификации вполне возможно на основе операторонезависимых неинвазивных технологий радиологической визуализации.

## Литература

1. Андриянов А. Ю. Возможности комбинированной термографии в диагностике острого венозного тромбоза и посттромботической болезни вен нижних конечностей: автореф. дис. на соискание уч. степени канд. мед. наук : спец. 14.00.27 / Андриянов Александр Юрьевич; [Волгогр. гос. мед. ун-т]. – Волгоград, 2008. – 26 с.
2. Ахметзянов Ф. Ш. Эхосемиотика тромбоза эмболии мелких ветвей легочных артерий у онкологических больных / Ф. Ш. Ахметзянов, И. А. Камалов // Поволжский онкологический вестник. – 2017. – №1 (28). – С. 22-30.
3. Ахметзянов Ф. Ш. Тромбоз эмболия легочной артерии и рак / Ф. Ш. Ахметзянов, И. А. Камалов // Поволжский онкологический вестник. – 2017. – №2 (29). – С. 4-7.
4. Баринов В. Е. Тромбоз авиапутешественников: факторы риска, особенности поражения и подходы к профилактике / В. Е. Баринов, К. В. Лобастов, Н. А. Кузнецов // Флебология. – 2011. – № 1. – С. 7-12.
5. Вихрова Н. Б. Лучевые диагностические технологии в оценке распространенности и структуры тромба в нижней полой вене у больных раком почки: дис. ... канд. мед. наук: 14.01.12 / Вихрова Нина Борисовна; [Российский онкологический научный центр им. Н.Н. Блохина МЗ РФ]. – М., 2016. – 175 с.
6. Возианов А. Ф. Компьютерная термодиагностика / А. Ф. Возианов, Л. Г. Розенфельд, Н. Н. Колотилова, С.А. Возианов. – К., 1993. – 146 с.
7. Грабовський Ю. В. Значення радіологічних методів досліджень в діагностиці та оцінці ефективності лікування тромбоемболії легеневої артерії: дис. ... канд. мед. наук: 14.01.23 / Грабовський Юрій Володимирович; [Національна медична академія післядипломної освіти ім. П. Л. Шупика]. – К., 2018. – 134 с.
8. Зайратьянц О. В. Формулировка и сопоставление клинического и патологоанатомического диагнозов: Справочник / О. В. Зайратьянц, Л. В. Кактурский. – М: МИА, 2008. – 424 с.
9. Золотницкая В. П. Микроциркуляторные расстройства в малом круге кровообращения при различных формах тромбоза эмболии легочной артерии: экспериментальное и клинико-рентгенодиагностическое исследование: автореф. дис. на соискание уч. степени канд. биол. наук: спец. 14.00.16 / Золотницкая Валентина Петровна; [Санкт-Петербург. мед. ун-т]. – СПб., 1996. – 18 с.
10. Карасева М. А. Особенности оценки патологической анатомии полых вен с помощью компьютерной томографии: дис. ... канд. мед. наук: 14.01.13 / Карасева Марина Анатольевна; [Российский научный центр хирургии им. Б.В. Петровского]. – М., 2016. – 129 с.
11. Королева И. М. Спиральная и мульти-спиральная компьютерная томография в диагностике тромбоза эмболии легочной артерии: дис. ... доктора мед. наук: 14.00.19 / Королева Ирина Михайловна; [Московская медицинская академия]. – М., 2004. – 221 с.
12. Кочмарева Е. А. Клиническое течение и исходы тромбоза эмболии легочной артерии в зависимости от клинических и лабораторно-инструментальных показателей: дис. ... канд. мед. наук: 14.01.05 / Кочмарева Елена Анатольевна; [Рос. национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова], 2018. – 174 с.
13. Кузик П.В. Фатальна тромбоемболія легеневої артерії: клініко-патоморфологічна характеристика: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. мед. наук: 14.03.02 / Кузик Петро Васильович; Львів. нац. мед. ун-т ім. Д. Галицького. – Л., 2010. – 20 с.
14. Кузнеченко А. А. Значение КТ-ангиографии в диагностике и оценке эффективности лечения тромбоза эмболии легочной артерии: дис. ... канд. мед. наук: 14.00.19 / Кузнеченко Андрей Андреевич; [Институт повышения квалификации федерального медико-биологического агентства]. – М., 2008. – 108 с.
15. Кундін В. Ю. Можливості перфузійної сцинтиграфії легень у діагностиці тромбоем-

боліі легеневої артерії та хронічної тромбоемболічної легеневої гіпертензії / В. Ю. Кундін, М. В. Сатир, І. В. Новерко // Кардіохірургія та інтервенційна кардіологія. – 2017. – № 2. – С. 33-39.

16. Леонтьев С. Г. Массивная тромбоемболия легочных артерий: диагностическая и лечебная тактика: дис. ... доктора мед. наук: 14.01.26 / Леонтьев Станислав Геннадьевич; [Научный центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева]. – М., 2015. – 196 с.

17. Мечев Д. С. Досвід діагностики тромбоемболії легеневої артерії у пацієнтів із хронічною обструктивною хворобою легень / Д. С. Мечев, Ю. В. Грабовський // Наукові праці [Чорноморського державного університету імені Петра Могили комплексу «Києво-Могилянська академія»]. Серія : Техногенна безпека. Радіобіологія. – 2015. – Т. 261, Вип. 249. – С. 126-128.

18. Мечев Д. С. Тромбоемболия легочной артерии: значение современных радиологических методов исследования / Д. С. Мечев, Ю. В. Грабовский // Український радіологічний журнал. – 2015. – Т. 23, вип. 4. – С. 35-37.

19. Недомолкина И. А. Компьютерная томография с волюметрией в диагностике поврежденной легких и оценке риска развития легочных осложнений у пострадавших с тяжелой сочетанной травмой: дис. ... канд. мед. наук: 14.01.13 / Недомолкина Ирина Анатольевна; [Военно-медицинская академия]. – СПб., 2017. – 164 с.

20. Нетяженко В. З. Тромбоемболия легеневої артерії: сучасні погляди на діагностику та лікування / В. З. Нетяженко, О. М. Пленова, О. П. Гаврилюк, В. В. Таранчук // Медицина неотложных состояний. – 2013. – № 2. – С. 131-142.

21. Нижниченко В. Б. Профилактика, диагностика и лечение тромбоемболии легочной артерии: дис. ... канд. мед. наук: 14.00.27 / Нижниченко Владимир Борисович; [Государственный научный центр лазерной медицины]. – М., 2009. – 131 с.

22. Ніконенко А. С. Діагностика і тромболітична терапія тромбоемболії легеневої артерії / А. С. Ніконенко, А. А. Ніконенко, В. В. Осауленко // Проблеми клінічної педіатрії. – 2014. – № 2. – С. 71-75.

23. Основы клинической флебологии / Под ред. Ю.Л. Шевченко, Ю.М. Стойко. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Шико, 2013. – 336 с.

24. Перец В. И. Мультиспиральная компьютерная томография в диагностике и определении тактики лечения тромбоемболии легочной артерии у больных с хирургическими сердечно-сосудистыми заболеваниями: дис. ... канд. мед. наук: 14.00.19 / Перец Валентина Ивановна; [Военно-медицинская академия]. – СПб., 2005. – 134 с.

25. Петров А. Н. Совершенствование методов прогнозирования и профилактики тромбоемболии легочной артерии у тяжелораненых и пострадавших с политравмой: дис. ... доктора мед. наук: 14.01.17 / Петров Александр Николаевич; [Военно-медицинская академия]. – СПб., 2016. – 345 с.

26. Посохов И. Н. Немассивная тромбоемболия лёгочной артерии при постоянной электрокардиостимуляции в клинике внутренних болезней: автореферат дис. на соискание уч. степени доктора мед. наук 14.00.05; 14.00.06/ Посохов Игорь Николаевич; [Сибирский медицинский университет]. – Томск, 2006. – 32 с.

27. Пронин А. Г. Диагностика тромбоемболии легочной артерии у больных хронической сердечной недостаточностью: дис. ... канд. мед. наук: 14.01.04 / Пронин Андрей Геннадьевич; [Военно-медицинская академия]. – 2016. – 117 с.

28. Профилактика тромбозов вен нижних конечностей и тромбоемболии легочной артерии у неврологических больных в условиях реанимационного отделения с использованием прерывистой пневмокомпрессии / И. Д. Стулин, О. А. Подгорная, Ф. А. Селезнев [и др.] // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. – 2018. – Т. 118(10). – С. 25-29.

29. Рудік М. В. Комп'ютерно-томографічна ангіопульмонографічна діагностика тромбоемболії легеневої артерії та її ускладнень: дис. ... канд. мед. наук: 14.01.23 / Рудік Микола Валерійович; [Національна медична академія післядипломної освіти ім. П. Л. Шупика] – 2018. – 150 с.

30. Ройтберг Г. Е. Внутренние болезни. Сердечно-сосудистая система / Г. Е. Ройтберг, А. В. Струтынский. – М.: «Издательство БИНОМ», 2003. – 856 с.

31. Руководство по кардиологии / под ред. В.Н. Коваленко. – К. МОРИОН, 2008. — 1424 с.

32. Термографы ФТИНТ НАН Украины: медицинский аспект / Г. В. Шустакова, Ю. А. Винник, Г. С. Ефимова [и др.] // Лучевая диа-

гностика, лучевая терапия. – 2013. – № 1. – С. 27- 33.

33.Тодуров Б. М. Венозний тромбоемболізм: ефективність діагностики та надання медичної допомоги в сучасних умовах / Б. М. Тодуров, А. І. Ячник, Г. І. Ковтун [и др.] // Український кардіологічний журнал. – 2015. – № 6. – С. 25-32.

34.Целуйко В. Й. Можливості 2D-спеклтрекінг ехокардіографії щодо діагностики дисфункції правого шлуночка у хворих з гострою тромбоемболією легеневої артерії / В. Й. Целуйко, С. М. Сухова, К. Ю. Кіношенко, Л. М. Яковлева // Український кардіологічний журнал. – 2017. – № 1. – С. 70-75.

35.Ячник А. І. Тромбоемболія легеневої артерії: клінічні та діагностичні особливості перебігу за даними роботи спеціалізованої кардіохірургічної установи / А. І. Ячник, С. І. Машковська, А. Н. Поступальський // Практикуючий лікар. – 2016. – № 1. – С. 8-13.

36.2014 ESC Guidelines on the diagnosis and management of acute pulmonary embolism – web addenda. The Task Force for the Diagnosis and Management of Acute Pulmonary Embolism of the European Society of Cardiology (ESC). Endorsed by the European Respiratory Society (ERS) / S. V. Konstantinides, A. Torbicki, G. Agnelli // Eur Heart J. – 2014. – Vol. 35(43). – P. 3033-3069.

37.Anderson D. R. Computed tomographic pulmonary angiography vs. ventilation-perfusion lung scanning in patients with suspected pulmonary embolism. A randomized controlled trial / D. R. Anderson, S. R. Kuhn, M. A. Rodger // JAMA. – 2007. – Vol. 298. – P. 2743-2745.

38.Deng F. Infrared thermal imaging as a novel evaluation method for deep vein thrombosis in lower limbs / F. Deng, Q. Tang // Medical physics. – 2012. – Vol. 39. – P. 7224-7231.

39.Imaging of acute pulmonary embolism: an update/ A. J. E. Moore, J. Wachsmann, M. R. Chamrathy [et al.] // Cardiovasc Diagn Ther. – 2018. – Vol. 8(3). – P. 225-243.

40.Каçmaz S. The Use of Infrared Thermal Imaging in the Diagnosis of Deep Vein Thrombosis / S. Каçmaz, E. Erçelebi, S. Cindoruk // Infrared Physics & Technology. – 2017. – Vol. 86. – P. 120-129.

41.Magnetic resonance angiography for the primary diagnosis of pulmonary embolism: A review from the international workshop for pulmonary functional imaging / N. Tsuchiya, E. J.

R. van Beek, Y. Ohno [et al.] // World Journal of Radiology. – 2018. – Vol. 10, N 6. – P. 52-64.

42.MR imaging of pulmonary embolism: diagnostic accuracy of contrast-enhanced 3D MR pulmonary angiography, contrast-enhanced low-flip angle 3D GRE, and nonenhanced free-induction FISP sequences / B. Kalb, P. Sharma, S. Tigges [et al.] // Radiology. – 2012. – T. 263. – P. 271-278.

43.Mudge C. S. Feasibility of detecting pulmonary embolism using noncontrast MRI / C. S. Mudge, T. T. Healey, M. K. Atalay// ISRN Radiol. – 2013. – Vol. 33. – 729271. doi:10.5402/2013/729271

44.Reinartz P. Tomographic imaging in the diagnosis of pulmonary embolism: a comparison between V/Q lung scintigraphy in SPECT technique and multislice spiral CT / P. Reinartz, J. E. Wildberger, W. Schaefer // J. Nucl. Med. – 2004. – Vol. 45. – P. 1501-1508.

45.Revel M. P. Diagnostic accuracy of magnetic resonance imaging for an acute pulmonary embolism: results of the IRM\_EP study / M. P. Revel, O. Sanchez, S. Couchon // Thromb. Haemost. – 2012. – Vol. 10 (5). – P. 743-750.

46.Sardanelli F. MR imaging in pulmonary embolism: does it have a future?/ F. Sardanelli // Clinical and Translational Imaging. – 2014. – Vol. 2, Issue 5. – P. 439-441.

47.Shaydakov M. E. Effectiveness of infrared thermography in the diagnosis of deep vein thrombosis: an evidence-based review / M. E. Shaydakov, J. A Diaz // Journal of Vascular Diagnostics and Interventions. – 2017. – Vol. 5. – P. 7-14.

48.Stein P. D. Gadolinium-enhanced magnetic resonance angiography for pulmonary embolism: a multicenter prospective study (PIOPED III) / P. D. Stein, T. L. Chenevert, S. Fowler // Ann. Intern. Med. – 2010. – Vol. 152 (7): – P. 434-443.

49.Vargas P. R. Diffusion-weighted imaging in acute pulmonary embolism: a feasibility study / P. R. Vargas, M. Skorpil, E. Westlund // Acta Radiol Open. – 2018. – 7(6). – 2058460118783013. Published 2018 Jun 25. doi:10.1177/2058460118783013.

50.Vidmar J. Multiparametric MRI in characterizing venous thrombi and pulmonary thromboemboli acquired from patients with pulmonary embolism / J. Vidmar, E. Kralj, F. Bajd // J Magn Reson Imaging. – 2015. – Vol. 42. – P. 354-361.

51. Westermarck N. On the roentgen diagnosis of lung embolism / N. Westermarck // Acta radiologica. – 1938. – Vol.19. – P. 357-372.

52. Yue K. Diagnosis efficiency for pulmonary embolism using magnetic resonance imaging method: a meta-analysis/K. Yue//Int. J. Clin. Exp. Med. – 2015. – № 8. – P. 14416-14423.

### **ТРОМБОЭМБОЛИЯ ЛЕГОЧНОЙ АРТЕРИИ: ЛУЧЕВАЯ ДИАГНОСТИКА (ОБЗОР И ПОРТФОЛИО)**

*Ф.И. Куликова, Н.Н. Колотилов,  
К. Alekseyenko, Е.А. Абрамова,  
Е.В. Горшкова, В.М. Байбаков*

**Цель статьи** – обзор информативности технологий лучевой диагностики в аспекте идентификации тромбоемболи легочной артерии (ТЭЛА) и презентация в рамках портфолио собственных данных. ТЭЛА – это окклюзия просвета основного ствола или ветвей легочной артерии частицами тромба, сформировавшегося в венах большого круга кровообращения или полостях правого сердца, переносимыми в малый круг кровообращения с током крови, и ассоциированная со снижением кровотока в лёгких.

Рассмотрены аспекты этиологии, патогенеза, диагностической тактики, информативность технологий визуализации ТЭЛА: рентгенография, компьютерная томография, магнитно-резонансная томография и ангиография, эхокардиография, 2D-спекл-трекинг эхокардиографии, доплеровское сканирование, вентиляционно-перфузионная сцинтиграфия, дистанционная инфракрасная термография.

### **ТРОМБОЕМБОЛИЯ ЛЕГЕНЕВОЇ АРТЕРІЇ: ПРОМЕНЕВА ДІАГНОСТИКА (ОГЛЯД І ПОРТФОЛІО)**

*Ф.Й. Кулікова, М.М. Колотілов,  
К. Alekseyenko, Е.А. Абрамова,  
О.В. Горшкова, В.М. Байбаков*

**Мета статті** – огляд інформативності технологій променевої діагностики в аспекті

ідентифікації тромбоемболії легеневої артерії (ТЕЛА) і презентація в рамках портфоліо власних даних. ТЕЛА – це оклюзія просвіту основного стовбура або гілок легеневої артерії частками тромбу, що сформувався в венах великого кола кровообігу або порожнинах правого серця, які переносяться в мале коло кровообігу з потоком крові, і асоційована зі зниженням кровотоку в легенях.

Розглянуто аспекти етіології, патогенезу, діагностичної тактики, інформативності технологій візуалізації ТЕЛА: рентгенографія, комп'ютерна томографія, магнітно-резонансна томографія і ангиографія, ехокардіографія, 2D-спекл-трекінг ехокардіографії, доплерівське сканування, вентиляційно-перфузійна сцинтиграфія, дистанційна інфрачервона термографія.

### **PULMONARY ARTERY THROMBOEMBOLIA: RADIATION DIAGNOSTICS (REVIEW AND PORTFOLIO)**

*F.I. Kulikova, N.N. Kolotilov,  
K. Alekseyenko,  
E.A. Abramova, E.V. Gorshkova,  
V.M. Baybakov*

**The purpose of the article** is to review the informativeness of radiation diagnostic technologies in terms of the identification of pulmonary artery thromboembolism and the own data presentation within portfolio framework. Pulmonary artery thromboembolism is the occlusion of the main trunk lumen or pulmonary artery branches by thrombus particles formed in the veins of the circulation system or cavities of the right heart, transferred to the pulmonary circulation with blood flow, and associated with a decrease in blood flow in the lungs.

The aspects of etiology, pathogenesis, diagnostic tactics, informativity of pulmonary artery thromboembolism imaging technologies – radiography, computed tomography, magnetic resonance imaging and angiography, echocardiography, 2D-speckle-tracking echocardiography, Doppler scanning, ventilation-perfusion scintigraphy, remote infrared thermography – are considered.