

РЕДАКЦИОННАЯ СТАТЬЯ / EDITORIAL

УДК 616.131

<http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2020-11-4-8-15>

© Учеваткин А.А., Юдин А.Л., Кондаков А.К., Абович Ю.А., Афанасьева Н.И., Юматова Е.А., 2020 г.

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА ОСТРОЙ И ХРОНИЧЕСКОЙ ТРОМБОЭМБОЛИИ ЛЕГОЧНОЙ АРТЕРИИ ПО ДАННЫМ МСКТ^{1,2}А. А. Учеваткин, ^{3,4}А. Л. Юдин, ^{3,4}А. К. Кондаков, ³Ю. А. Абович, ³Н. И. Афанасьева, ³Е. А. Юматова¹Центр эндохирургии и литотрипсии, Москва, Россия²Научно-практический центр диагностики и телемедицинских технологий, Москва, Россия³Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н. И. Пирогова, Москва, Россия⁴Центральная клиническая больница Российской академии наук, Москва, Россия

Введение. Одной из важных проблем медицинской визуализации является дифференциальная диагностика пациентов с острой и хронической тромбоэмболией легочной артерии. Решению этой задачи, в частности оценке состояния паренхимы и сосудистых структур легких, может служить широко применяемая малоинвазивная методика мультиспиральной компьютерной томографии с внутривенным болюсным контрастированием.

Цель: оценить состояние бронхиальных артерий и паренхиматозные изменения в легких при тромбоэмболии легочных артерий по результатам мультиспиральной компьютерной томографии и их роль в уточненной диагностике данного заболевания.

Материалы и методы. Выполнен анализ данных МСКТ-ангиопульмонографии 600 пациентов с подозрением на тромбоэмболию легочной артерии. 87 пациентов с подтвержденной тромбоэмболией легочной артерии были отобраны и разделены на группы в соответствии с окончательным диагнозом: 1-я группа — острая ТЭЛА, 2-я группа — хроническая ТЭЛА. МСКТ-данные были проанализированы на предмет наличия измененных бронхиальных артерий, а также паренхиматозных изменений (таких как «мозаичная перфузия», очаги или участки уплотнения паренхимы легких, расширение бронхов с утолщением стенок и без).

Результаты. Произведена оценка состояния бронхиальных артерий у пациентов с острой и хронической ТЭЛА и определена диагностическая ценность выявленных изменений. Установлено, что острая ТЭЛА не приводит к такому расширению бронхиальных артерий, как хроническая ТЭЛА. В диагностически неясных случаях вторичные паренхиматозные признаки, выявляемые при МСКТ (симптом мозаичной перфузии и расширенные бронхи без утолщения стенок), могут быть полезными в дифференциальной диагностике острой и хронической тромбоэмболии легочной артерии.

Заключение. У большинства пациентов с хронической ТЭЛА выявлялись расширенные бронхиальные артерии, в отличие от пациентов с острой ТЭЛА. Паренхиматозные изменения в легких, которые были более характерны для пациентов с хронической ТЭЛА, включали в себя: паттерн «мозаичной перфузии» и расширение бронхов без утолщения стенок. Вышеперечисленные МСКТ-признаки могут помочь дифференцировать острую от хронической ТЭЛА в неясных клинических ситуациях.

Ключевые слова: тромбоэмболия легочной артерии, бронхиальные артерии, мозаичная перфузия

Контакт: Учеваткин Андрей Алексеевич, uchevatkin@mail.ru

© Uchevatkin A.A., Yudin A.L., Kondakov A.K., Abovich Yu.A., Afafnas'eva N.I., Yumatova E.A., 2020

DIFFERENTIAL DIAGNOSIS OF ACUTE AND CHRONIC PULMONARY THROMBOEMBOLISM ACCORDING TO MSCT DATA^{1,2}Andrey A. Uchevatkin, ^{3,4}Andrey L. Yudin, ^{3,4}Anton K. Kondakov, ³Yulia A. Abovich, ³Natal'ya I. Afafnas'eva, ³Elena A. Yumatova¹Center of Endosurgery and Lithotripsy, Moscow, Russia²Diagnostics and Telemedicine Center, Moscow, Russia³Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia⁴Central Clinical Hospital of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Introduction. One of the important problems of medical imaging is the differential diagnosis of patients with acute and chronic pulmonary embolism. The widely used minimally invasive technique of multispiral computed tomography with intravenous bolus contrast enhancement can serve to solve this problem, in particular, to assess the state of the parenchyma and vascular structures of the lungs.

The purpose. To assess the state of bronchial arteries and parenchymal changes in the lungs in pulmonary thromboembolism based on the results of multispiral computed tomography and their role in the more precise diagnosis of this disease.

Materials and methods. An analysis of CT-angiopulmonography of 600 patients with suspected PE was performed. 87 patients with confirmed pulmonary thromboembolism were selected and divided into groups according to the final diagnosis: group 1 —

acute pulmonary embolism, group 2 — chronic pulmonary embolism. CT data were analyzed for the presence of pathologically changed bronchial arteries, as well as lung's parenchymal changes (including mosaic perfusion, fibrotic changes, bronchial dilatation with or without wall thickening).

Results. Bronchial arteries were assessed in patients with acute and chronic pulmonary embolism and the diagnostic value of the detected changes was determined. Acute pulmonary embolism does not lead to such dilatation of the bronchial arteries as chronic pulmonary embolism. In diagnostically unclear cases, secondary parenchymal signs visible on CT (mosaic perfusion and dilated bronchi without wall thickening) can be useful in the differential diagnosis of acute and chronic pulmonary embolism.

Conclusions. Most patients with chronic pulmonary embolism demonstrated dilated bronchial arteries, in contrast to patients with acute pulmonary embolism. Lung's parenchymal changes (a mosaic perfusion pattern and bronchial dilatation without wall thickening) were more common in patients with chronic pulmonary embolism. These CT-signs can help differentiate acute from chronic pulmonary embolism in unclear clinical situations.

Key words: pulmonary embolism, bronchial arteries, mosaic perfusion pattern

Contact: Uchevatkin Andrey Alekseevich, uchevatkin@mail.ru

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Учеваткин А.А., Юдин А.Л., Кондаков А.К., Абович Ю.А., Афанасьева Н.И., Юматова Е.А. Дифференциальная диагностика острой и хронической тромбоэмболии легочной артерии по данным МСКТ // *Лучевая диагностика и терапия*. 2020. Т. 11, № 4. С. 8–15, <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2020-11-4-8-15>.

Conflict of interests: the author stated that there is no potential conflict of interests.

For citation: Uchevatkin A.A., Yudin A.L., Kondakov A.K., Abovich Yu.A., Afafnas'eva N.I., Yumatova E.A. Differential diagnosis of acute and chronic pulmonary thromboembolism according to MSCT data // *Diagnostic radiology and radiotherapy*. 2020. Vol. 11, No. 4. P. 8–15, <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2020-11-4-8-15>.

Введение. Тромбоэмболия легочной артерии — это одно из проявлений венозной тромбоэмболии, клиническая картина которой вариабельна и которая может привести к смерти пациента.

По продолжительности симптоматики ТЭЛА подразделяют на острую (сразу после попадания тромбов в ветви легочной артерии), подострую (когда клиническая симптоматика наблюдается в течение нескольких недель) и хроническую (месяцы и годы после эпизода ТЭЛА) [1, с. 1].

У большинства пациентов, перенесших ТЭЛА, тромботические массы рассасываются в течение 1 месяца, но у части пациентов будут сохраняться жалобы на одышку, снижение толерантности к физической нагрузке, которые могут сопровождаться повышением давления в легочной артерии (только на фоне нагрузки или в покое) даже после 3–6 месяцев антикоагулянтной терапии. Такая клиническая картина может быть проявлением посттромбоэмболического синдрома, который, аналогично посттромботическому синдрому (с поражением глубоких вен нижних конечностей), развивается на фоне неполного рассасывания тромбов в ветвях легочной артерии [2, с. 1]. Посттромбоэмболический синдром включает в себя не только наиболее опасное последствие ТЭЛА — хроническую тромбоэмболическую легочную гипертензию (ХТЭЛГ, когда среднее систолическое давление в легочной артерии ≥ 25 мм рт.ст.), но и хроническую тромбоэмболическую болезнь (ХТЭБ), когда имеющиеся функциональные нарушения не сопровождаются развитием легочной гипертензии).

Таким образом, одной из важных проблем медицинской визуализации является дифференциальная диагностика пациентов с острой и хронической тромбоэмболией легочной артерии. Своевременно

различать таких пациентов важно, так как тактика лечения и прогноз при острой и хронической формах данного заболевания разные [3, с. 1632].

Признанной в мире и наиболее широко применяемой неинвазивной методикой оценки паренхимы и сосудистых структур легких является мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) с внутривенным болюсным контрастированием. С помощью данной методики, в частности, можно проанализировать состояние ветвей легочной артерии на предмет наличия и давности тромботических масс, что подробно описано в отечественной и зарубежной литературе. Однако дифференцировать хроническую ТЭЛА от острой формы данного заболевания по состоянию ветвей легочной артерии не всегда представляется возможным даже по данным МСКТ-ангиопульмонографии [4, с. 578].

В таких неясных клинических ситуациях на первое место выходит возможность анализа косвенных МСКТ-признаков, которые могут улучшить дифференциальную диагностику острой и хронической ТЭЛА. К таким косвенным признакам относятся патологические изменения бронхиальных артерий и других коллатералей большого круга кровообращения и паренхиматозные изменения в легочной ткани (фиброзные тяжи, симптом «мозаичной перфузии», уплотнения по типу «матового стекла», а также расширение бронхов с утолщением стенки или без такового) [5, с. 40–43].

Материалы и методы. Общая характеристика пациентов. В нашей работе были проанализированы данные МСКТ-ангиопульмонографии, выполненной 600 пациентам с подозрением на тромбоэмболию легочной артерии с января 2011 по декабрь 2019 г. Критериями включения в работу

было наличие тромботических масс в просвете ветвей легочной артерии. Сопутствующие заболевания дыхательных путей, которые могут приводить к расширению бронхиальных артерий, были критериями исключения из исследования.

На основании результатов МСКТ-ангиопульмонографии и клинических данных пациенты были разделены на две группы. Пациенты, у которых симптоматика появилась в течение нескольких дней перед МСКТ-сканированием, рассматривались как имеющие острую ТЭЛА. Пациенты, у которых клиниче-

Анализ изображений. МСКТ-ангиопульмонограммы были проанализированы в «медиастиальном» окне (уровень окна WL + 40 HU, ширина окна WW 350), оптимальном для выявления тромбов в ветвях легочной артерии. Бронхиальные артерии визуализировались как заполненные контрастированной кровью криволинейные структуры в средостении, расположенные вдоль главных бронхов [6, с. 856; 7, с. 448; 8, с. 189] (рис. 1). Определялся вариант отхождения бронхиальных артерий от аорты (ортопический или эктопический) [9, с. 937].

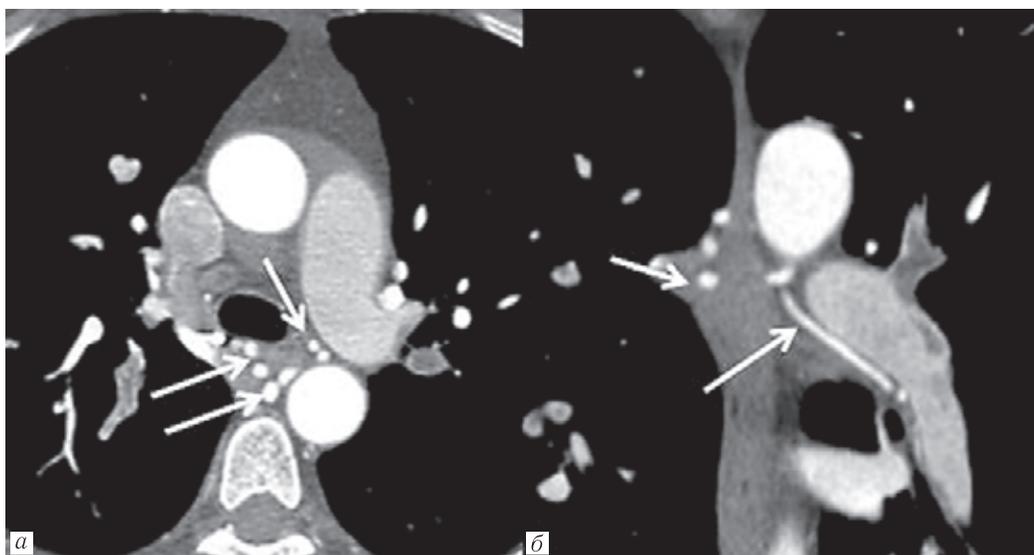


Рис. 1. Фрагменты МСКТ-ангиопульмонографии с реконструкцией в аксиальной (а) и коронарной (б) плоскостях с визуализацией бронхиальных артерий (стрелки)

Fig. 1. CT-angiopulmonography. Fragments of reconstruction in the axial (a) and coronal (б) planes with visualization of the bronchial arteries (arrows)

ская симптоматика появилась более, чем за 30 дней, но не позже 6 месяцев перед МСКТ-исследованием, рассматривались как имеющие хроническую ТЭЛА (дополнительным критерием включения пациентов в данную группу было наличие одышки через 6 месяцев после эпизода ТЭЛА, не связанной с другими заболеваниями, которая интерпретировалась как проявление посттромбоэмболического синдрома). Пациенты, у которых клиническая симптоматика появилась от нескольких до 30 дней перед МСКТ-исследованием считались имеющими подострую ТЭЛА и были отнесены в первую группу.

Группы пациентов формировались исходя из нашего предположения, что еще до развития посттромбоэмболического синдрома (ХТЭБ или ХТЭЛГ), анализ бронхиальных артерий и паренхиматозных изменений в легких (по данным МСКТ, при условии, что не всегда удается отличить острые тромбы от хронических в ветвях легочной артерии) поможет выявить тех пациентов, которые входят в группу риска по осложнениям ТЭЛА.

Также была набрана группа контроля, в которую вошли пациенты, у которых по данным МСКТ и при дальнейшем наблюдении диагноз ТЭЛА не подтвердился.

Измерялся диаметр наиболее проксимальной части (от области отхождения) бронхиальных артерий. Межребернобронхиальная артерия, которая часто определяется справа, измерялась в проксимальной части, где ветви бронхиальной артерии отходят от межреберной.

Изображения также были проанализированы в «легочном» окне (WL-600 HU, WW 1500), оптимальном для визуализации патологических изменений в легочной паренхиме, таких как симптом «мозаичной перфузии», участки уплотнения по типу «матового стекла», эмфизема, фиброзные тяжи (рис. 2), и расширенные бронхи с утолщенной стенкой и без (рис. 3). Вывод о расширении бронхов делался при отсутствии постепенного сужения бронха от центральных отделов к периферическим и в случае визуализации просвета бронхов в пределах 1 см от плевры [10, с. 358].

Статистический анализ. Статистическая обработка результатов проводилась с использованием программы Stata 13 MP (Statacorp LLC, США) и программы MS Office 2013 (Microsoft Corporation, США).

Для проверки распределения переменных на нормальность использовался критерий Шапиро–Уилка,

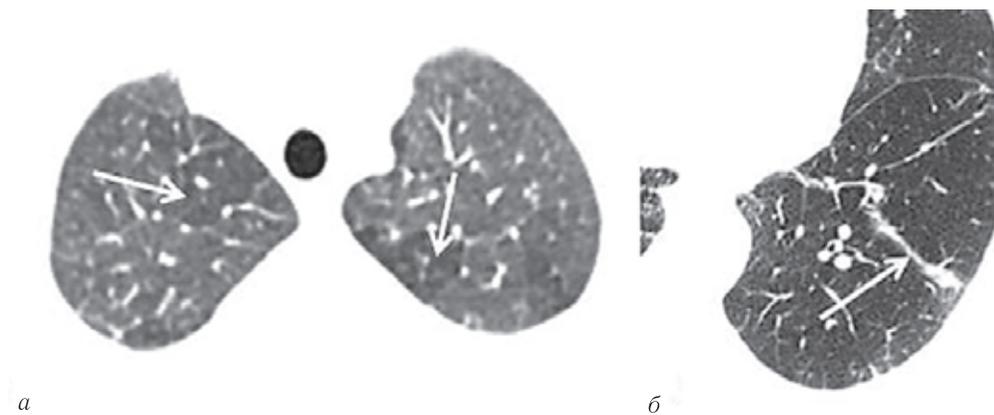


Рис. 2. Фрагменты МСКТ органов грудной клетки в аксиальной плоскости с визуализацией симптома «мозаичной перфузии» (участки повышенной пневматизации на фоне нормальной паренхимы (а, стрелки) и фиброзных тяжей в паренхиме легкого (б, стрелки))

Fig. 2. CT of the thorax (axial plane). Visualization of the «mosaic perfusion» pattern (areas of increased pneumatization compared to normal parenchyma (a, arrows) and fibrotic changes in the lung parenchyma (b, arrows))

на основании которого для анализа данных с нормальным распределением применялись параметрические критерии, а для анализа данных с ненормальным распределением использовались непараметрические критерии. Различия между группами пациентов оценивались с применением метода Вилкоксона–Манна–Уитни. Частотные события (наличие или

были включены 87 (15%) пациентов, так как в соответствии с ранее описанными критериями из работы были исключены 19 пациентов с заболеваниями дыхательных путей, которые могут ассоциироваться с расширением бронхиальных артерий [11, с. 420; 12, с. 1026; 13, с. 229]. В соответствии с клинико-рентгенологическими данными в группу острой

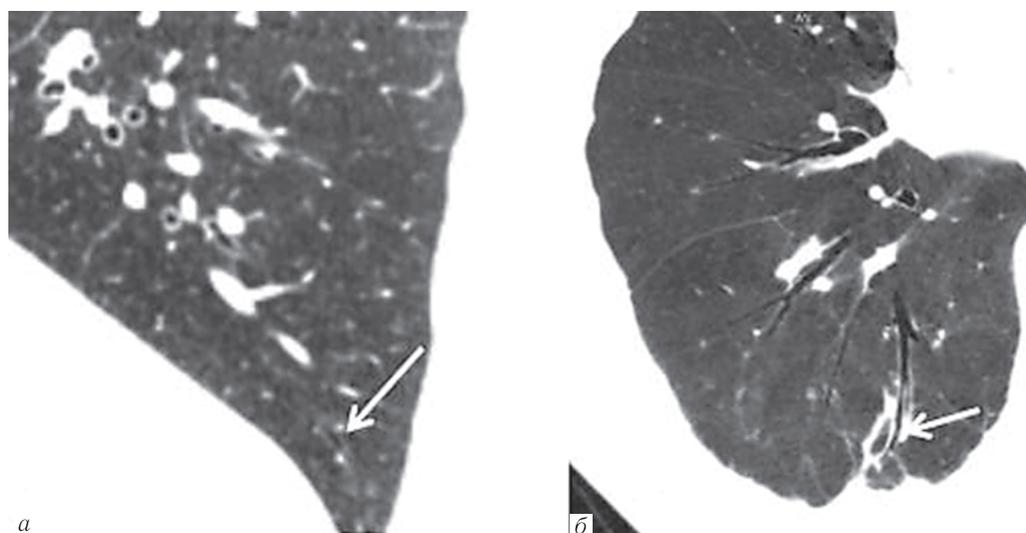


Рис. 3. Фрагменты МСКТ органов грудной клетки: реконструкция в сагиттальной плоскости с визуализацией расширенного бронха без утолщенной стенки (а, стрелка); MinIP реконструкция в аксиальной плоскости с визуализацией расширенного бронха с утолщенной стенкой (б, стрелка)

Fig. 3. CT of the thorax: reconstruction in the sagittal plane with visualization of dilated bronchus without wall thickening (a, arrow); MinIP reconstruction in the axial plane demonstrates dilated bronchus with wall thickening (b, arrow)

отсутствие симптома «мозаичной перфузии», участков уплотнения легочной паренхимы, расширенных бронхов и др.) оценивались с применением критерия хи-квадрат Пирсона или точного теста Фишера (для низких наблюдаемых частот). Полученные результаты считались статистически значимыми при уровне $p \leq 0,05$. Также в случае необходимости применялся ROC-анализ с вычислением площади под кривой.

Результаты и их обсуждение. Диагноз ТЭЛА был поставлен 106 из 600 пациентов, но в исследование

ТЭЛА были включены 44 пациента (17 мужчин и 27 женщин с медианой возраста 66,5 лет). В группу хронической ТЭЛА были включены 43 пациента (20 мужчин и 23 женщины с медианой возраста — 79 лет). Статистически значимых различий по признаку пола в группах выявлено не было, но группы пациентов с острой ТЭЛА и хронической ТЭЛА значимо отличались по возрасту ($p=0,001$).

В группу контроля вошли пациенты, которым была выполнена МСКТ-ангиопульмонография,

и диагноз ТЭЛА не подтвердился (38 пациентов, 15 мужчин и 23 женщины, возрастом от 37 до 86 лет, средний возраст 68 лет).

У пациентов в группе острой ТЭЛА были выявлены 74 бронхиальные артерии, 22 из которых имели эктопическое отхождение, а 53 — ортотопическое (среднее количество бронхиальных артерий на одного пациента 1,72). В группе хронической ТЭЛА мы выявили 89 бронхиальных артерий, 24 из которых

Дополнительно в нашем исследовании был выполнен непараметрический ROC-анализ, с помощью которого выявлены оптимальные границы среднего диаметра всех бронхиальных артерий, визуализированных у конкретного пациента и диаметра наибольшей бронхиальной артерии для дифференциальной диагностики острой и хронической тромбоэмболии легочной артерии в неясных клинических ситуациях (рис. 4).

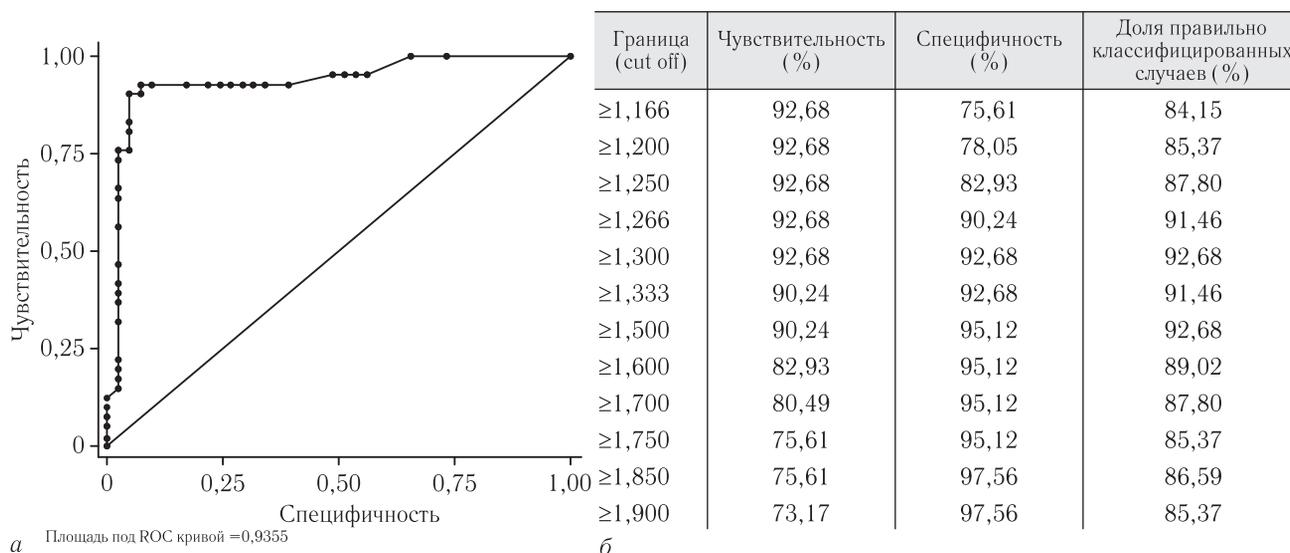


Рис. 4. а — ROC-кривая, описывающая чувствительность и специфичность среднего диаметра бронхиальных артерий в дифференциальной диагностике острой и хронической ТЭЛА; б — расчет на основании ROC-анализа оптимального диаметра бронхиальных артерий, который можно использовать для дифференциальной диагностики острой и хронической ТЭЛА

Fig. 4. а — ROC curve showing the sensitivity and specificity of the mean diameter of bronchial arteries in the differential diagnosis of acute and chronic pulmonary embolism; б — calculation based on ROC-analysis of the optimal diameter of bronchial arteries, which can be used for differential diagnosis of acute and chronic pulmonary embolism

имели эктопическое отхождение, а 65 артерий — ортотопическое (среднее количество бронхиальных артерий на одного пациента 2). Статистически значимые различия в варианте отхождения бронхиальных артерий в группах пациентов выявлены не были ($p=0,737$), так же как и не отличалось количество визуализированных бронхиальных артерий между пациентами из разных групп ($p=0,381$).

При анализе состояния бронхиальных артерий учитывались диаметр наибольшей артерии, а также средний диаметр артерий у каждого из пациентов. Установлено, что средний диаметр бронхиальных артерий в группе пациентов с острой ТЭЛА составлял от 0,6 до 2,4 мм (медиана 0,76 мм), а в группе с хронической ТЭЛА он был от 0,7 до 3,2 мм (медиана 2,0 мм). Диаметр же наибольшей бронхиальной артерии у пациентов из группы с острой ТЭЛА составлял от 0,6 до 2,4 мм (медиана 0,8 мм), а в группе с хронической ТЭЛА он был от 0,7 до 3,5 мм (медиана 2,4 мм). Таким образом, средний диаметр и диаметр наибольшей из выявленных у пациентов бронхиальных артерий были значимо больше в группе хронической ТЭЛА, чем в группе острой ТЭЛА ($p=0,0001$).

В ходе анализа установлено, что наибольшие значения чувствительности и специфичности в дифференциальной диагностике острой и хронической тромбоэмболии достигаются при использовании границы 1,3–1,5 мм. Площадь под ROC-кривой составила 0,936 (95% доверительный интервал 0,863–0,980), что характеризует высокую диагностическую ценность методики. То есть при наличии у пациента бронхиальных артерий, средний диаметр которых равен или более 1,5 мм, с высокой степенью уверенности можно говорить о том, что у него хроническая форма тромбоэмболии легочной артерии. Также выявлено, что диаметр наибольшей артерии, превышающий 1,5 мм, обладает меньшей чувствительностью и специфичностью, чем усредненное значение по всем артериям.

При анализе паренхиматозных изменений в легочной ткани, которые могут улучшить дифференциальную диагностику острой и хронической ТЭЛА были выявлены следующие тенденции:

1) паттерн «мозаичной перфузии» значимо чаще встречался у пациентов группы хронической ТЭЛА ($p<0,001$) — данные изменения были выявлены у 41 из 43 (95%) пациентов группы хронической

тромбоэмболии легочной артерии и у 20 из 44 (45,5%) пациентов с острой ТЭЛА;

2) такой признак, как расширение бронхов без утолщения стенок, значимо чаще выявлялся у пациентов с хронической формой ТЭЛА (26 из 43 пациентов — 60,5%), чем у пациентов с острой ТЭЛА (у 2 из 44 пациентов (4,5%) — $p < 0,001$). При этом расширенные бронхи с утолщенными стенками встречались одинаково часто во всех сравниваемых группах;

3) паренхиматозные фиброзные тяжи и зоны консолидации в легочной паренхиме, обычно расположенные в периферических отделах, достоверно чаще визуализировались в группе хронической ТЭЛА (35 из 43 пациентов, 81,4%), чем в группе острой ТЭЛА (8 из 44 пациентов, 18,2%) — $p < 0,001$.

Остальные проанализированные типы паренхиматозных изменений в легких (участки «матового стекла», эмфизема), и выпот в плевральных полостях встречались одинаково часто во всех группах.

Дифференциальная диагностика острой и хронической тромбоэмболии легочной артерии является важной проблемой на современном этапе развития медицинской науки, вследствие различной тактики лечения таких пациентов [3, с. 1632]. Признанным во всем мире «золотым стандартом» в оценке ветвей легочной артерии является прямая ангиография, хотя частота ее использования, даже в высокотехнологичном стационаре, при тромбоэмболии легочной артерии с каждым днем уменьшается, так как на смену данной методике приходит мультиспиральная компьютерная томография с внутривенным болюсным введением контрастного препарата. МСКТ-ангиопульмонография, помимо того, что является малоинвазивной методикой, позволяет с высоким разрешением анализировать состояние ветвей легочной артерии при широком спектре патологических состояний. Одним из показаний к проведению МСКТ-ангиопульмонографии является дифференциальная диагностика острой и хронической тромбоэмболии легочной артерии. Если для первой группы пациентов в большинстве случаев успешно применяется консервативное лечение, то пациентам с хронической формой данного заболевания зачастую показано хирургическое лечение (эндартерэктомия). К сожалению, даже такая точная методика, как МСКТ-ангиопульмонография, не всегда позволяет отличить картину острой тромбоэмболии легочной артерии от хронической ТЭЛА [4, с. 578] (при том, что речь идет об оценке наличия и давности тромботических масс в просвете сосудов), а клинические симптомы последней часто неспецифичны и обусловлены легочной гипертензией [14, с. 1465].

В таких ситуациях, когда анализ прямых сосудистых признаков ТЭЛА (наличие тромбов в сосудах) не позволяет дифференцировать острую и хроническую формы заболевания, на первый план выступают «вторичные» находки на МСКТ, которые могут

в значительной степени улучшить качество и достоверность диагностики. При анализе работ зарубежных коллег можно выделить две группы дополнительных МСКТ-симптомов, визуализация которых помогает дифференцировать острую и хроническую ТЭЛА: сосудистые признаки (патологически измененные бронхиальные артерии и другие системные коллатерали, извитость ветвей легочной артерии, расширенные ствол и главные ветви легочной артерии, гипертрофированная стенка правого желудочка) и паренхиматозные признаки (симптом «мозаичной перфузии», расширение бронхов с утолщением стенок и без, уплотнения легочной ткани по типу «матового стекла», фиброзные тяжи и зоны консолидации в паренхиме легких) [5, с. 40–43].

В нашей работе из всех возможных дополнительных сосудистых признаков, визуализируемых при МСКТ-ангиопульмонографии, мы оценивали состояние бронхиальных артерий в группах пациентов с острой тромбоэмболией легочной артерии и хронической формой данного заболевания. В ходе анализа полученных данных нами было выявлено, что расширенные бронхиальные артерии (как при оценке среднего диаметра всех бронхиальных артерий у пациента, так и при анализе наиболее расширенной артерии) встречаются значимо более часто ($p = 0,0001$) у пациентов с хронической ТЭЛА, чем у пациентов с острой ТЭЛА. Результаты, аналогичные нашим данным, были получены и зарубежными коллегами [15, с. 1611; 16, с. 857; 17, с. 277], которые выявляли расширенные бронхиальные артерии у 47–77% пациентов с хронической тромбоэмболией легочной артерии. Таким образом, и наши данные, и результаты зарубежных исследователей говорят о том, что у пациентов с острой ТЭЛА расширенные бронхиальные артерии выявляются значимо реже, чем у пациентов с хронической ТЭЛА, что делает данный признак дополнительным дифференциально-диагностическим критерием для двух вариантов заболевания. Применив непараметрический ROC-анализ, мы выявили значение среднего диаметра бронхиальных артерий в 1,5 мм, начиная с которого можно думать о наличии хронического варианта ТЭЛА.

Из паренхиматозных признаков, визуализируемых на МСКТ, которые по данным литературы [5, с. 40–43], могут помочь в дифференциальной диагностике острой и хронической ТЭЛА, мы оценили симптом «мозаичной перфузии», фиброзные тяжи в легких, симптом «матового стекла», наличие эмфиземы и цилиндрического расширения бронхов с утолщением стенки или без такового. Также нами было проанализировано наличие выпота в плевральных полостях. По нашим данным симптом «мозаичной перфузии» был визуализирован у 95% пациентов с хронической формой тромбоэмболии легочной артерии, что было значимо более частой ($p < 0,001$) находкой, чем у пациентов с острой формой данного заболева-

ния (только у 45,5% пациентов с острой ТЭЛА были выявлены признаки «мозаичной перфузии»). Наши результаты по данному признаку совпали с результатами зарубежных исследований [18, с. 1374; 19, с. 1763], в которых симптом «мозаичной перфузии» описан у 77–100% пациентов с ХТЭЛГ. Сама картина «мозаичной перфузии» (четко отграниченные зоны пониженной плотности, чередующиеся с участками повышенной или нормальной плотности) формируется в легочной ткани дистальнее окклюзированных ветвей легочной артерии и является следствием гипоперфузии [19, с. 1763]. Участки повышенной плотности в данном случае образуются вследствие компенсаторного усиления перфузии на фоне перераспределения кровотока [17, с. 280; 20, с. 81]. При этом при определении ценности симптома «мозаичной перфузии» в диагностике хронической ТЭЛА следует учитывать тот факт, что чувствительность МСКТ в выявлении косвенных изменений перфузии легких может быть достаточно низкая по сравнению с двухэнергетической МСКТ, которая позволяет одновременно анализировать и перфузию легочной ткани, и состояние ветвей легочных артерий [21, с. 53]. Двухэнергетическая МСКТ с помощью построения йодной карты позволяет более точно оценить дефекты перфузии легочной паренхимы (в том числе и у пациентов с острой ТЭЛА), тогда как симптом «мозаичной перфузии», определяемый по данным обычной МСКТ преимущественно у пациентов с хронической ТЭЛА, является лишь косвенным признаком снижения кровотока в легких.

Расширенные бронхи без утолщения стенок, по данным разных авторов, нередко наблюдаются у пациентов с хронической тромбоэмболической легочной гипертензией (до 64% случаев по данным работы [10, с. 357]) на субсегментарном и сегментарном уровнях и являются следствием механического взаимодействия стенки бронха (которая может

быть ослаблена на фоне ишемии) и окклюзированной ветви легочной артерии [18, с. 1376; 19, с. 1764; 22, с. 1205]. Также и по результатам исследования мы выявляли расширенные бронхи без утолщенной стенки значимо чаще ($p < 0,001$) у пациентов с хронической формой ТЭЛА (в 60,5% случаев), чем у пациентов с острой ТЭЛА (в 4,5% случаев), что сопоставимо с данными зарубежных коллег.

Линейные участки уплотнения легочной паренхимы и зоны консолидации, локализованные в периферических отделах легких мы наблюдали значимо чаще ($p < 0,001$) у пациентов с хронической формой ТЭЛА (в 81,4% случаев), чем у пациентов с острой формой данного заболевания (в 18,2% случаев). По данным литературы большинство авторов склоняются к постинфарктной природе данных изменений, которые могут наблюдаться у 72–87% пациентов с ХТЭЛГ [18, с. 1375; 19, с. 1764], что сопоставимо с нашими результатами.

Участки «матового стекла», эмфизема, расширенные бронхи с утолщенной стенкой и выпот в плевральных полостях встречались в нашем исследовании одинаково часто в разных группах. Другие авторы также не подтвердили значения данных признаков в дифференциальной диагностике острой и хронической форм ТЭЛА [10, с. 358].

Заключение. В диагностически неясных случаях, особенно при невозможности определения давности тромбов в ветвях легочной артерии, вторичные сосудистые и паренхиматозные признаки, выявляемые при МСКТ, могут быть полезными в дифференциальной диагностике острой и хронической тромбоэмболии легочной артерии. Расширение бронхиальных артерий до 1,5 мм и более, симптом «мозаичной перфузии», расширение бронхов без утолщения стенок, фиброзные тяжи в паренхиме легких достоверно чаще встречаются при хронической тромбоэмболии легочной артерии.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Thompson B.T., Kabrhel C. Overview of acute pulmonary embolism in adults // *UpToDate*. 2017 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.uptodate.com/contents/overview-of-acute-pulmonary-embolism-in-adults> (Accessed on December 07, 2020).
- Huisman M., Barco S., Cannegieter S. et al. Pulmonary embolism // *Nat. Rev. Dis. Primers*. 2018. Vol. 4 (1). P. 18028. <https://doi.org/10.1038/nrdp.2018.28>.
- Giordano J., Khung S., Duhamel A. et al. Lung perfusion characteristics in pulmonary arterial hypertension (PAH) and peripheral forms of chronic thromboembolic pulmonary hypertension (CTEPH): dual-energy CT experience in 31 patients // *Eur. Radiol*. 2017. Vol. 27. P. 1631–1639. <https://doi.org/10.1007/s00330-016-4500-6>.
- Coulden R. State-of-the-Art Imaging Techniques in Chronic Thromboembolic Pulmonary Hypertension // *Proceedings of the American Thoracic Society*. 2006. Vol. 7 (3). P. 577–583. <https://doi.org/10.1513/pats.200605-1191>.
- Castañer E., Gallardo X., Ballesteros E., et al. CT diagnosis of chronic pulmonary thromboembolism // *RadioGraphics*. 2009. Vol. 29 (1). P. 31–50. <https://doi.org/10.1148/rg.291085061>.
- Kauczor H.U., Schwickerl H.C., Mayer E. et al. Spiral CT of bronchial arteries in chronic thromboembolism // *Journal of computer assisted tomography*. 1994. Vol. 6 (18). P. 855–861. <https://doi.org/10.1097/00004728-199411000-00002>.
- Pump K.K. Distribution of bronchial arteries in the human lung // *Chest*. 1972. Vol. 4 (62). P. 447–451. <https://doi.org/10.1378/chest.62.4.447>.
- Song J.W., Im J.G., Shim Y.S. et al. Hypertrophied bronchial artery at thin-section CT in patients with bronchiectasis: correlation with CT angiographic findings // *Radiology*. 1998. Vol. 1 (208). P. 187–191. <https://doi.org/10.1148/radiology.208.1.9646812>.
- Morita Y., Takase K., Ichikawa H. et al. Bronchial artery anatomy: preoperative 3D simulation with multidetector CT // *Radiology*. 2010. Vol. 3 (255). P. 934–943. <https://doi.org/10.1148/radiol.10081220>.
- Remy-Jardin M., Remy J., Louveigny S. et al. Airway changes in chronic pulmonary embolism: CT findings in 33 patients // *Radiology*. 1997. Vol. 203. P. 355–360. <https://doi.org/10.1148/radiology.203.2.9114088>.
- Chu H.W., Kraff M., Rex M.D. et al. Evaluation of blood vessels and edema in the airways of asthma patients: regulation with clarithromycin treatment // *Chest*. 2001. Vol. 2 (120). P. 416–422. <https://doi.org/10.1378/chest.120.2.416>.
- Green F.H.Y., Butt J.C., James A.L. et al. Abnormalities of the Bronchial Arteries in Asthma // *Chest*. 2006. Vol. 4 (130). P. 1025–1033. <https://doi.org/10.1378/chest.130.4.1025>.
- Li X., Wilson J.W. Increased Vascularity of the Bronchial Mucosa in Mild Asthma // *Amer. J. of Respiratory and Critical Care Medicine*. 1997. Vol. 1 (156). P. 229–233. <https://doi.org/10.1164/ajrcm.156.1.9607066>.

14. Fedullo P.F., Auger W.R., Kerr K.M. et al. Chronic Thromboembolic Pulmonary Hypertension // *New Engl. J. Med.* 2001. Vol. 20 (345). P. 1465–1472. <https://doi.org/10.1056/nejmra010902>.
15. Heinrich M., Uder M., Tscholl D. et al. CT Scan Findings in Chronic Thromboembolic Pulmonary Hypertension // *Chest.* 2005. Vol. 5 (127). P. 1606–1613. <https://doi.org/10.1378/chest.127.5.1606>.
16. Kauczor H.U., Schwickert H.C., Mayer E. et al. Spiral CT of bronchial arteries in chronic thromboembolism // *Journal of computer assisted tomography.* 1994. Vol. 6 (18). P. 855–861. <https://doi.org/10.1097/00004728-199411000-00002>
17. Remy-Jardin M., Duhamel A., Deken V. et al. Systemic Collateral Supply in Patients with Chronic Thromboembolic and Primary Pulmonary Hypertension: Assessment with Multi-Detector Row Helical CT Angiography // *Radiology.* 2005. Vol. 1 (235). P. 274–281. <https://doi.org/10.1148/radiol.2351040335>.
18. Bergin C.J., Rios G., King M.A. et al. Accuracy of high-resolution CT in identifying chronic pulmonary thromboembolic disease // *Amer. J. Roentgenol.* 1996. Vol. 6 (166). P. 1371–1377. <https://doi.org/10.2214/ajr.166.6.8633450>.
19. Grosse C., Grosse A. CT Findings in Diseases Associated with Pulmonary Hypertension: A Current Review // *RadioGraphics.* 2010. Vol. 30. P. 1753–1777. <https://doi.org/10.1148/rg.307105710>.
20. Sherrick A.D., Swensen S.J., Hartman T.E. Mosaic pattern of lung attenuation on CT scans: frequency among patients with pulmonary artery hypertension of different causes // *AJR.* 1997. Vol. 169. P. 79–82. <https://doi.org/10.2214/ajr.169.1.9207504>.
21. Мершина Е.А., Синицын В.Е., Фролова Ю.В. и др. Диагностика и оценка результатов лечения хронической тромбоземболической легочной гипертензии (ХТЭЛГ) с помощью двухэнергетической МСКТ // *REJR.* 2013. № 3. С. 52–56. [Mershina E.A., Sinityn V.E., Frolova Yu.V. et al. Diagnostics and evaluation of the results of treatment of chronic thromboembolic pulmonary hypertension using dual-energy MSCT. *REJR*, 2013, Vol. 3, pp. 52–56 (In Russ.)].
22. Wetzel R.C., Herold C.J., Zerhouni E.A., Robotham J.L. Hypoxic bronchodilation // *J. Appl. Physiol.* 1992. Vol. 73. P. 1202–1206. <https://doi.org/10.1152/jappl.1992.73.3.1202>.

Поступила в редакцию/Received by the Editor: 09.12. 2020 г.

Вклад авторов:

Вклад в концепцию и план исследования: А.А.Учеваткин, А.Л.Юдин, Н.И.Афанасьева, Е.А.Юматова.

Вклад в анализ данных и выводы: А.А.Учеваткин, А.Л.Юдин, А.К.Кондаков, Ю.А.Абович, Н.И. Афанасьева, Е.А.Юматова.

Вклад в подготовку рукописи: А.А.Учеваткин, А.Л.Юдин, А.К.Кондаков, Ю.А.Абович, Н.И.Афанасьева, Е.А.Юматова.

Вклад в сбор данных: А.А.Учеваткин, А.К.Кондаков.

Сведения об авторах:

Учеваткин Андрей Алексеевич — генеральный директор, врач-рентгенолог, акционерное общество «Центр эндохирургии и литотрипсии»; 111123, Москва, шоссе Энтузиастов, д. 62; e-mail: uchevatkin@mail.ru; <http://orcid.org/0000-0001-7284-4737>;

Юдин Андрей Леонидович — доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой лучевой диагностики и терапии федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И.Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 117997, Москва, ул. Островитянова, д. 1; врач-рентгенолог, федеральное государственное бюджетное учреждение здравоохранения «Центральная клиническая больница Российской академии наук»; 117593, Москва, Литовский бульвар, д. 1А; e-mail: prof_yudin@mail.ru; <http://orcid.org/0000-0002-0310-0889>;

Кондаков Антон Кириллович — кандидат медицинских наук, доцент кафедры лучевой диагностики и терапии федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И.Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 117997, Москва, ул. Островитянова, д. 1; врач-рентгенолог, федеральное государственное бюджетное учреждение здравоохранения «Центральная клиническая больница Российской академии наук»; 117593, Москва, Литовский бульвар, д. 1А; e-mail: kondakov.a.k@gmail.com <http://orcid.org/0000-0002-9300-8655>;

Абович Юлия Александровна — кандидат медицинских наук, доцент кафедры лучевой диагностики и терапии федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И.Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 117997, Москва, ул. Островитянова, д. 1; e-mail: abovich@mail.ru <http://orcid.org/0000-0002-9446-2163>;

Афанасьева Наталья Иосифовна — кандидат медицинских наук, доцент кафедры лучевой диагностики и терапии федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И.Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 117997, Москва, ул. Островитянова, д. 1; e-mail: x-raysmu@mail.ru <http://orcid.org/0000-0003-2203-989X>;

Юматова Елена Анатольевна — кандидат медицинских наук, доцент кафедры лучевой диагностики и терапии федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И.Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 117997, Москва, ул. Островитянова, д. 1; e-mail: yumatova_ea@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-6020-9434>.