



УДК 616.1

DOI 10.17802/2306-1278-2024-13-3S-37-44

АЛГОРИТМ ОТБОРА ПАЦИЕНТОВ НА КТ-АНГИОПУЛЬМОНОГРАФИЮ ПРИ ПОДОЗРЕНИИ НА ЛЕГОЧНУЮ ЭМБОЛИЮ

В.В. Семенюта¹, А.В. Казаков¹, Э.Н. Авдеев¹, В.В. Ремняков¹, А.А. Киршин¹, Р.Р. Мусин¹,
С.В. Анисимов¹, А.М. Осадчий²

¹ Бюджетное учреждение здравоохранения Удмуртской Республики «Республиканский клинично-диагностический центр Министерства Здравоохранения Удмуртской Республики», ул. Ленина 87Б, Ижевск, Российская Федерация, 426009; ² Санкт-петербургское государственное бюджетное учреждение здравоохранения «Городская больница № 40 Курортного района», ул. Борисова, 9, Санкт-Петербург, Российская Федерация, 197706

Основные положения

• Разработан алгоритм отбора пациентов на проведение КТ-ангиопульмонографии при подозрении на легочную эмболию. Алгоритм основан на результатах лабораторной диагностики, ультразвукового дуплексного сканирования вен нижних конечностей и эхокардиографии. Использование данного алгоритма позволяет надежно исключить легочную эмболию у 21,2% пациентов без выполнения КТ-ангиопульмонографии.

ORIGINAL STUDIES

Цель	Разработать алгоритм для исключения легочной эмболии (ЛЭ) и отбора пациентов на проведение контрастной ангиопульмонографии с применением компьютерной томографии (КТ-АПГ) на основании результатов лабораторных и ультразвуковых исследований.
Материалы и методы	Исследование проведено на основе данных 113 пациентов, поступивших в отделение неотложной помощи с подозрением на легочную эмболию. Пациентам выполнены определение концентрации D-димера, эхокардиография, ультразвуковое дуплексное сканирование вен обеих нижних конечностей, компьютерная томография легочных артерий с контрастным усилением.
Результаты	Проведен сравнительный анализ клинично-анамнестических данных в зависимости от наличия или отсутствия легочной эмболии. Определены значимые различия между группами по полу ($p = 0,008$) и возрасту ($p = 0,042$). Концентрация D-димера при наличии легочной эмболии оказалась значимо выше, чем в группе сравнения ($p < 0,001$). Также при наличии легочной эмболии фракция выброса левого желудочка оказалась выше, чем при отсутствии эмболии ($p < 0,001$). По данным ультразвукового исследования у 59% пациентов с легочной эмболией обнаружены признаки острого тромбоза глубоких вен нижних конечностей, что значимо чаще, чем в группе сравнения ($p < 0,001$). Пациентам с признаками острого или ранее перенесенного тромбоза в глубоких венах нижних конечностей при подозрении на легочную эмболию рекомендуется проводить КТ-АПГ. При их отсутствии и концентрации D-димера менее 1 500 нг/мл можно с высокой степенью вероятности исключить легочную эмболию. В случаях, когда концентрация D-димера не превышает 10 000 нг/мл, а систолическое давление на легочной артерии не более 30 мм рт. ст., легочную эмболию также можно исключить. Во всех остальных случаях рекомендовано проведение КТ-АПГ.
Заключение	По результатам проведенного исследования разработан алгоритм исключения легочной эмболии и отбора пациентов на проведение КТ-АПГ, который позволяет повысить специфичность исследования с 45,1 до 57,3%. Алгоритм основан на показателе концентрации D-димера, а также результатах неинвазивной ультразвуковой диагностики. Таким образом, ультразвуковое исследование глубоких вен нижних конечностей и эхокардиография позволяют не только проводить дифференциальную диагностику с кардиальной патологией и другими причинами симптомов, но и могут стать основой для отбора пациентов на проведение КТ-АПГ.
Ключевые слова	Легочная эмболия • Предтестовая диагностика • Алгоритм отбора пациентов

Поступила в редакцию: 10.06.2024; поступила после доработки: 03.07.2024; принята к печати: 11.08.2024

Для корреспонденции: Вячеслав Владимирович Семенюта, semenyuta0@gmail.com; адрес: ул. Ленина 87Б, Ижевск, Российская Федерация, 426009

Corresponding author: Vyacheslav V. Semenyuta, semenyuta0@gmail.com; address: 87B, Lenina St., Izhevsk, Russian Federation, 426009

ALGORITHM FOR SELECTING PATIENTS FOR PULMONARY ARTERY ANGIOGRAPHY IN CASE OF SUSPECTED PULMONARY EMBOLISM

V.V. Semenyuta¹, A.V. Kazakov¹, E.N. Avdeev¹, V.V. Remnyakov¹, A.A. Kirshin¹, R.R. Musin¹, S.V. Anisimov¹, A.M. Osadchiy²

¹ Budgetary Healthcare Institution of the Udmurt Republic “Republican Clinical and Diagnostic Center of the Ministry of Health of the Udmurt Republic”, 87B, Lenina St., Izhevsk, Russian Federation, 426009; ² St. Petersburg State Budgetary Healthcare Institution “City Hospital No. 40 of the Kurortny district”, Sestroretsk, 9, Borisova St., St. Petersburg, Russian Federation, 197706

Highlights

- We have developed an algorithm for selecting patients for CT pulmonary angiography in case of suspected pulmonary embolism. The algorithm is based on the results of laboratory studies, duplex ultrasound of the veins of the lower extremities and echocardiography. This algorithm makes it possible to reliably exclude pulmonary embolism in 21.2% of patients without performing CT pulmonary angiography.

Aim	To develop an algorithm for excluding pulmonary embolism and selecting patients for pulmonary angiography based on the results of laboratory and ultrasound studies.
Methods	The retrospective single-center study was conducted using the data of 113 patients admitted to the ICU with suspected pulmonary embolism. Patients underwent echocardiography and duplex ultrasound of the veins of both lower extremities, and computed tomography pulmonary angiography with contrast.
Results	We carried out comparative analysis of clinical and anamnestic data depending on the presence of pulmonary embolism. There were significant differences between the groups by gender ($p = 0.008$) and age ($p = 0.042$). The concentration of D-dimer in the group with pulmonary embolism was significantly higher than in the control group ($p < 0.001$). Moreover, the left ventricular ejection fraction was higher in the group with pulmonary embolism compared to controls ($p < 0.001$). According to ultrasound data, 59% of patients with pulmonary embolism showed signs of acute deep vein thrombosis of the lower extremities, which was significantly more common compared to the control group ($p < 0.001$). Pulmonary angiography should be recommended to patients with suspected pulmonary embolism and signs of prior or acute deep vein thrombosis. In the absence of these signs and a D-dimer concentration of less than 1 500 ng/mL, pulmonary embolism can be reliably excluded. In cases where the concentration of D-dimer is less than 10 000 ng/mL and pulmonary artery systolic pressure is no more than 30 mmHg, then pulmonary embolism can be excluded as well. In all other cases, we recommend to perform pulmonary angiography.
Conclusion	We have developed an algorithm for excluding pulmonary embolism and selecting patients for pulmonary angiography. The algorithm makes it possible to increase the specificity of the study from 45.1% to 57.3%. The algorithm is based on the concentration of D-dimer and the results of noninvasive ultrasound diagnostics. Ultrasound examination of the deep veins of the lower extremities and echocardiography allow differential diagnosis of cardiac pathology and other causes of symptoms. Moreover, these methods can become the basis for the selection of patients for pulmonary angiography.
Keywords	Pulmonary embolism • Pulmonary angiography • Pre-test diagnostics • Patient selection algorithm

Received: 10.06.2024; received in revised form: 03.07.2024; accepted: 11.08.2024

Список сокращений

КТ-АПГ – контрастная ангиопульмонография с применением ЛЭ – легочная эмболия компьютерной томографии

Введение

Диагностика легочной эмболии (ЛЭ) может быть затруднительна из-за отсутствия патогномичных симптомов и специфических лабораторных и функ-

циональных признаков [1]. Согласно клиническим рекомендациям Европейского общества кардиологов по диагностике и лечению острой легочной эмболии, методом выбора, позволяющим надежно

подтвердить и/или исключить диагноз, является контрастная ангиопульмонография с применением компьютерной томографии (КТ-АПГ) [2].

Гипертестирование на ЛЭ давно признано серьезной проблемой. Для ее решения предлагалось использование множества различных шкал и правил, в том числе прошедших внешнюю проверку [3–5]. Валидированные диагностические алгоритмы часто применяются неправильно или они могут полезны только отдельным подгруппам пациентов, что также приводит к чрезмерному использованию КТ-АПГ [4]. В целом низкая специфичность предтестовых критериев, поиск ЛЭ у каждого пациента с одышкой, болью в груди или высокой концентрацией D-димера являются причиной высоких затрат и осложнений из-за необоснованного проведения данного исследования [2].

Одним из основных показателей предтестовой оценки служит концентрация D-димера. Чрезмерное использование теста на D-димер может иметь негативные последствия. С одной стороны, данный лабораторный показатель может способствовать более широкому скринингу и более частому выявлению потенциально тяжелого заболевания. Однако оценка D-димера изолированно от клинической картины, а также высокий уровень ложноположительных результатов могут привести к увеличению продолжительности пребывания пациентов в переполненных отделениях неотложной помощи и увеличению количества необоснованных трудоемких тестов [3].

Таким образом, рутинное выполнение КТ-АПГ является зачастую необоснованным, дорогостоящим и трудозатратным, а также рискованным для некоторых категорий пациентов. Выбор кандидата для контрастной визуализации обусловлен клиническим решением, основанным на опыте специалиста и результатах инструментально-лабораторных исследований [6]. Однако предтестовые критерии и алгоритмы диагностики ЛЭ не учитывают результаты инструментальных неинвазивных исследований. Алгоритмы, основанные на данных ультразвуковых исследований, могут стать промежуточным звеном между определением концентрации D-димера и проведением КТ-АПГ. В перспективе это может помочь снизить нагрузку на отделения неотложной помощи, а также повысить эффективность и обоснованность проведения КТ-АПГ.

Цель исследования – разработать алгоритм для исключения ЛЭ и отбора пациентов на КТ-АПГ на основании результатов лабораторных и ультразвуковых исследований.

Материалы и методы

Исследование включало данные 130 пациентов, поступивших в отделение неотложной помощи с подозрением на легочную эмболию. При этом поводом для обращения были одышка (88%), слабость (59%), боль в груди (24%), кашель (7%) или гемоп-

тизис (3%). У 13% пациентов симптомы развились в течение суток, 33% отмечали симптомы в течение недели, еще 15% пациентов считали себя больными более месяца. Также у 8 пациентов причиной направления в приемное отделение было только выявление повышенного D-димера на амбулаторном этапе при отсутствии других жалоб. Все пациенты в первую очередь были осмотрены врачом – сердечно-сосудистым хирургом. Тяжелое общее состояние было определено у 9% больных, состояние средней степени тяжести – у 14%, остальные 77% пациентов были в удовлетворительном состоянии. До проведения КТ-АПГ пациентам выполнены биохимический анализ крови с определением концентрации D-димера, эхокардиография и ультразвуковое дуплексное сканирование вен обеих нижних конечностей, подвздошных вен и нижней полой вены. Для верификации диагноза проведена КТ-АПГ. Для последующей обработки из базы данных были исключены 14 пациентов, которым не проводился анализ на D-димер, 3 пациента с тяжелой кардиальной патологией и фракцией выброса менее 35%. Таким образом, в анализ были включены данные 113 пациентов, среди которых у 62 (54,9%) диагноз ЛЭ исключен, у остальных 51 (45,1%) пациентов верифицирована острая легочная эмболия. При этом в 5 (9,8%) случаях определена эмболия на уровне ствола легочной артерии с наличием тромба «наездника», в 17 (33,3%) случаях – эмболия главных легочных артерий, в 23 (45,1%) случаях – эмболия долевых артерий, в 6 (11,8%) случаях – эмболия сегментарных артерий. При исключении легочной эмболии причиной симптомов явились нестабильная стенокардия (5 случаев), острый инфаркт миокарда (9 случаев), декомпенсация хронической сердечной недостаточности (19 случаев), пневмония (11 случаев), гидроторакс (5 случаев), пароксизм фибрилляции предсердий (2 случая) и синдром слабости синусового узла (1 случай). У 10 пациентов не установлено альтернативного диагноза. В исследуемую выборку вошли 54 (47,8%) мужчины и 59 (52,2%) женщин. Средний возраст пациентов составил $65,2 \pm 13,6$ года (минимум – 25 лет, максимум – 94 года).

Исследование выполнено в соответствии со стандартами надлежащей клинической практики (Good Clinical Practice) и принципами Хельсинкской декларации ВМА (пересмотр 2013 г.). Объемы и виды оказания медицинской помощи для данного исследования не выходят за рамки принятых официальных клинических рекомендаций и стандартов оказания медицинской помощи и не противоречат им. Перед выполнением медицинских вмешательств и до включения в исследование у всех участников (пациентов) было получено письменное добровольное информированное согласие на выполнение медицинских вмешательств и оказание медицинской помощи.

Статистический анализ

Статистический анализ выполнен в программе Statistica 12.0 (StatSoft, США). Соответствие распределения количественных переменных нормальному закону оценено с использованием W-критерия Шапиро – Уилка. Распределение в большинстве случаев значимо отличалось от нормального. Количественные переменные представлены в виде медианы (Median) и межквартильного интервала (Q1–Q3). Различия между группами оценены с использованием U-критерия Манна – Уитни. Категориальные переменные представлены в виде абсолютных частот и относительных долей. Различия в таблицах сопряженности определены с помощью точного критерия Фишера. Для построения алгоритма диагностики использовано интерактивное автоматизированное дерево классификации. Пороговый уровень статистической значимости принят для $p < 0,05$.

Результаты

Пациенты в исследуемой выборке были разде-

лены на две группы сравнения в зависимости от наличия или отсутствия признаков легочной эмболии по результатам КТ-АПГ. Сравнительный анализ клинико-anamnestических характеристик, концентрации D-димера и результатов инструментальной диагностики представлен в *таблице*. Возраст пациентов с верифицированной легочной эмболией оказался несколько меньше ($p = 0,042$). Легочная эмболия статистически значимо чаще наблюдалась у женщин, чем у мужчин ($p = 0,008$). У пациентов с верифицированной ЛЭ концентрация D-димера оказалась статистически значимо выше, чем в группе сравнения ($p < 0,001$). При сравнительном анализе размеров правых камер сердца, расчетного систолического давления на легочной артерии по данным эхокардиографии между группами не выявлено статистически значимых различий. Фракция выброса левого желудочка у пациентов с верифицированной эмболией оказалась несколько выше ($p < 0,001$). По данным ультразвукового исследования у 59% пациентов с верифицированной

Результаты сравнительного анализа клинико-anamnestических характеристик и инструментально-лабораторных показателей
Analysis of clinical and anamnest characteristics and results of instrumental and laboratory studies

Показатель / Parameter	ЛЭ подтверждена / PE confirmed, n = 51	ЛЭ исключена / PE excluded, n = 62	P
Возраст, лет / Age, years, Median (Q1–Q3)	66 (52–72)	69 (62–75)	0,042
Мужской пол / Male, n (%)	17 (33)	37 (60)	0,008
Женский пол / Female, n (%)	34 (67)	25 (40)	
Концентрация D-димера, нг/мл / D-dimer concentration, ng/mL, Median (Q1–Q3)	8 712 (4 856–16 500)	2 052 (1 043–3 515)	< 0,001
Результаты эхокардиографии / Echocardiography			
Размер правого предсердия (min), мм / Right atrium size (min), mm, Median (Q1–Q3)	40 (38–44)	41 (37–46)	0,477
Размер правого предсердия (max), мм / Right atrium size (max), mm, Median (Q1–Q3)	50 (48–55)	53 (48–60)	0,080
Размер правого желудочка, мм / Right ventricle size, mm, Median (Q1–Q3)	38 (36–41)	37 (35–40)	0,197
Систолическое давление на легочной артерии, мм рт. ст. / Pulmonary artery systolic pressure, mmHg., Median (Q1–Q3)	40 (30–55)	42 (30–59)	0,969
ФВ ЛЖ / LV EF, %, Median (Q1–Q3)	67 (63–69)	61 (53–67)	< 0,001
Результаты ультразвукового дуплексного исследования / Duplex ultrasound			
Посттромботические изменения в глубоких венах нижних конечностей / Post-thrombotic changes in the deep veins of the lower extremities, n (%)	13 (25)	13 (24)	1
Признаки острого тромбоза глубоких вен нижних конечностей / Signs of acute deep vein thrombosis of the lower extremities, n (%)	30 (59)	4 (7)	< 0,001
Флотация тромба / Floating thrombus, n (%)	20 (49)	1 (8)	0,009
Уровень проксимальной границы тромба / The level of the proximal border of the thrombus			
Суральные вены / Sural veins, n (%)	5 (12)	8 (50)	0,003
Подколенная вена / Popliteal vein, n (%)	10 (23)	2 (13)	0,482
Поверхностная бедренная вена / Superficial femoral vein, n (%)	17 (40)	1 (6)	0,023
Общая бедренная вена / Common femoral vein, n (%)	7 (16)	2 (13)	1
Подвздошные вены / Iliac veins, n (%)	3 (7)	3 (19)	0,330
Нижняя полая вена / Inferior vena cava, n (%)	1 (2)	0 (0)	1

Примечание: ЛЭ – легочная эмболия; ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка.
Note: LV EF – left ventricular ejection fraction; PE – pulmonary embolism.

ЛЭ обнаружены признаки острого тромбоза глубоких вен нижних конечностей, а также у 25% пациентов верифицированы признаки хронического тромботического процесса на этапе реканализации. В то же время острый тромбоз глубоких вен выявлен только у 7% пациентов без ЛЭ ($p < 0,001$). Статистически значимо чаще тромбоз, ассоциированный с ЛЭ, имел проксимальную границу на уровне поверхностной бедренной вены (40 против 6% случаев; $p = 0,023$) и статистически значимо реже на уровне глубоких вен голени (12 против 50% случаев; $p = 0,003$). Также у пациентов с подтвержденной ЛЭ статистически значимо чаще наблюдалась флотация тромба (49 против 8% случаев; $p = 0,009$).

На основании результатов сравнительного анализа выполнено построение дерева классификации с использованием интерактивного автоматизированного алгоритма. Наиболее значимыми факторами, позволяющими с высокой точностью исключить ЛЭ на этапе предтестовой диагностики, оказались данные концентрации D-димера, ультразвукового исследования вен нижних конечностей, а также показатель расчетного систолического давления на легочной артерии по данным эхокардиографии. Результаты классификации представлены на рис. 1. Итоговый вид алгоритма отражен на рис. 2.

У пациентов с признаками острого или ранее перенесенного тромботического процесса в глубоких венах нижних конечностей при подозрении на легочную эмболию рекомендуется во всех случаях проводить КТ-АПГ (специфичность исследования 71,7%). При отсутствии признаков острого или ранее перенесенного тромботического процесса с концентрацией D-димера менее 1 500 нг/мл можно с высокой степенью вероятности исключить легочную эмболию (18 пациентов из 113; 15,9%). В случаях когда концентрация D-димера не превышает 10 000 нг/мл, рекомендуется провести оценку систолического давления на легочной артерии: при показателе ≤ 30 мм рт. ст. легочную эмболию также можно исключить (6 пациентов из 113; 5,3%). При уровне систолического давления на легочной артерии более 30 мм рт. ст. или концентрации D-димера более 10 000 нг/мл пациенту с подозрением на легочную эмболию рекомендовано проведение КТ-АПГ. Это позволяет повысить специфичность исследования с 45,1 до 57,3%.

Обсуждение

В клинических рекомендациях Европейского общества кардиологов предложен алгоритм,

согласно которому КТ-АПГ необходимо проводить всем пациентам с подозрением на ЛЭ и повышенной концентрацией D-димера, не учитывая при этом результаты ультразвукового исследования [2]. Данная рекомендация заставляет клиницистов выполнять исследования даже в том случае, когда ожидаемая вероятность положительного результата крайне низкая.

Использование предтестовых критериев, таких как правило PERC [3] и YEARS [4], дополненных результатами ультразвуковой диагностики, может

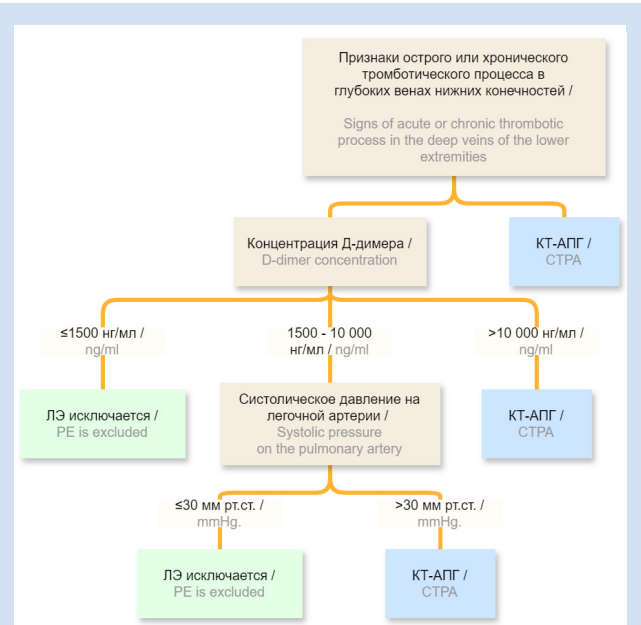


Рисунок 2. Алгоритм исключения ЛЭ и отбора пациентов на КТ-АПГ

Примечание: КТ-АПГ – контрастная ангиопульмонография с применением компьютерной томографии; ЛЭ – легочная эмболия.

Figure 2. Algorithm for excluding PE and selecting patients for CTPA

Note: PE – pulmonary embolism; CTPA – Computed Tomography Pulmonary Angiography.

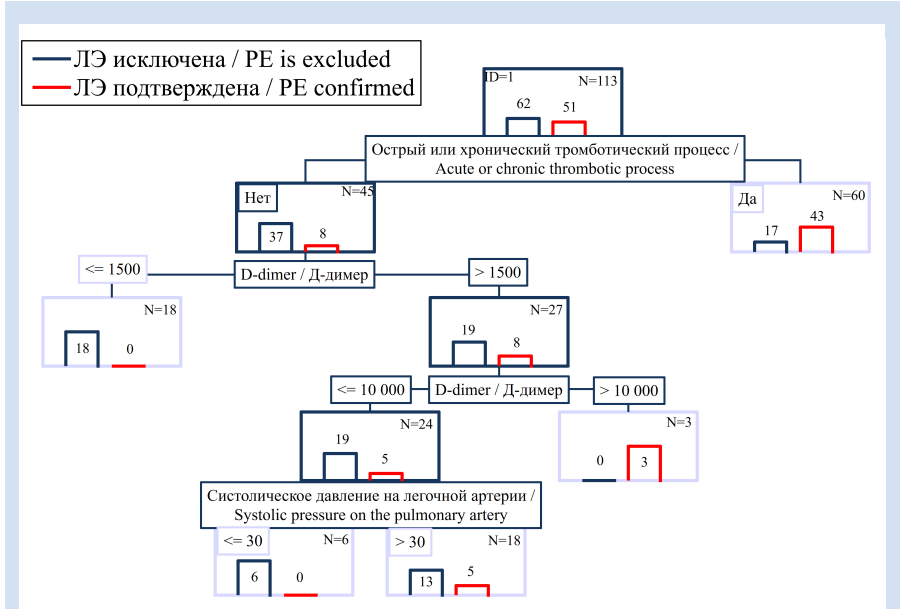


Рисунок 1. Результаты построения дерева классификации

Примечание: ЛЭ – легочная эмболия.

Figure 1. Results of the classification tree construction

Note: PE – pulmonary embolism.

помочь уменьшить время пребывания пациентов в отделениях неотложной помощи, снизить нагрузку на экстренную службу, повысить эффективность и обоснованность диагностики. Алгоритм, представленный в данном исследовании, позволяет на основании результатов ультразвукового исследования глубоких вен нижних конечностей, эхокардиографии и оценки концентрации D-димера с высокой достоверностью исключить легочную эмболию у 21,2% пациентов без выполнения КТ-АПГ, что в свою очередь дает возможность повысить эффективность и обоснованность исследования до 57,3% случаев (у 51 из 89 пациентов).

Однако представленное нами исследование проведено в условиях одного центра и на ограниченной по объему выборке. Также из исследования были исключены пациенты с тяжелой кардиальной патологией и фракцией выброса левого желудочка менее 35%, поскольку данная категория больных исходно является сложной в диагностическом плане. Для более точного использования предложенного алгоритма необходима внешняя валидация на независимой выборке. Возможно, по результатам внешней валидации потребуется модификация алгоритма с изменением пороговых значений или критериев отбора. На данном этапе алгоритм может помочь ориентироваться в неоднозначной клинической ситуации, однако пока не может быть основой для принятия решения.

Также очевидно, что ни один алгоритм принятия решения не является всеобъемлющим и не должен использоваться изолированно от других факторов, которые заставляют клинициста полагать, что легочная эмболия присутствует.

Информация об авторах

Семенюта Вячеслав Владимирович, врач – сердечно-сосудистый хирург бюджетного учреждения здравоохранения Удмуртской Республики «Республиканский клиничко-диагностический центр Министерства Здравоохранения Удмуртской Республики», Ижевск, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0002-9402-3179

Казаков Антон Валерьевич, врач – сердечно-сосудистый хирург бюджетного учреждения здравоохранения Удмуртской Республики «Республиканский клиничко-диагностический центр Министерства Здравоохранения Удмуртской Республики», Ижевск, Российская Федерация; **ORCID** 0009-0004-7781-5328

Авдеев Эльдар Нурисламович, врач-рентгенолог бюджетного учреждения здравоохранения Удмуртской Республики «Республиканский клиничко-диагностический центр Министерства Здравоохранения Удмуртской Республики», Ижевск, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0001-5270-7663

Ремняков Валентин Викторович, врач-рентгенолог, заведующий отделением компьютерной томографии бюджетного учреждения здравоохранения Удмуртской Республики «Республиканский клиничко-диагностический центр Министерства Здравоохранения Удмуртской Республики», Ижевск, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0002-9845-2528

Заключение

По результатам проведенного исследования разработан алгоритм для исключения легочной эмболии и отбора пациентов на проведение КТ-АПГ, который позволяет значительно повысить эффективность и обоснованность применения исследования. Предложенный алгоритм основан на показателе концентрации D-димера, а также результатах неинвазивной ультразвуковой диагностики. Таким образом, ультразвуковое исследование глубоких вен нижних конечностей и эхокардиография позволяют не только проводить дифференциальную диагностику с кардиальной патологией и другими причинами симптомов, но и могут стать основой для отбора пациентов на проведение КТ-АПГ.

Конфликт интересов

В.В. Семенюта заявляет об отсутствии конфликта интересов. А.В. Казаков заявляет об отсутствии конфликта интересов. Э.Н. Авдеев заявляет об отсутствии конфликта интересов. В.В. Ремняков заявляет об отсутствии конфликта интересов. А.А. Киршин заявляет об отсутствии конфликта интересов. Р.Р. Мусин заявляет об отсутствии конфликта интересов. С.В. Анисимов заявляет об отсутствии конфликта интересов. А.М. Осадчий заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование

Авторы заявляют об отсутствии финансирования исследования.

Author Information Form

Semenyuta Vyacheslav V., Cardiovascular Surgeon, Budgetary Healthcare Institution of the Udmurt Republic “Republican Clinical and Diagnostic Center of the Ministry of Health of the Udmurt Republic”, Izhevsk, Russian Federation; **ORCID** 0000-0002-9402-3179

Kazakov Anton V., Cardiovascular Surgeon, Budgetary Healthcare Institution of the Udmurt Republic “Republican Clinical and Diagnostic Center of the Ministry of Health of the Udmurt Republic”, Izhevsk, Russian Federation; **ORCID** 0009-0004-7781-5328

Avdeev Eldar N., Radiologist, Budgetary Healthcare Institution of the Udmurt Republic “Republican Clinical and Diagnostic Center of the Ministry of Health of the Udmurt Republic”, Izhevsk, Russian Federation; **ORCID** 0000-0001-5270-7663

Remnyakov Valentin V., Radiologist, Head of the Department of Computed Tomography, Budgetary Healthcare Institution of the Udmurt Republic “Republican Clinical and Diagnostic Center of the Ministry of Health of the Udmurt Republic”, Izhevsk, Russian Federation; **ORCID** 0000-0002-9845-2528

Кишин Андрей Анатольевич, врач – сердечно-сосудистый хирург бюджетного учреждения здравоохранения Удмуртской Республики «Республиканский клинико-диагностический центр Министерства Здравоохранения Удмуртской Республики», Ижевск, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0003-4525-0647

Мусин Рамиль Рафаилович, врач – сердечно-сосудистый хирург бюджетного учреждения здравоохранения Удмуртской Республики «Республиканский клинико-диагностический центр Министерства Здравоохранения Удмуртской Республики», Ижевск, Российская Федерация; **ORCID** 0009-0009-8522-6415

Анисимов Сергей Владимирович, врач – сердечно-сосудистый хирург, заведующий хирургическим отделом бюджетного учреждения здравоохранения Удмуртской Республики «Республиканский клинико-диагностический центр Министерства Здравоохранения Удмуртской Республики», Ижевск, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0002-5539-8322

Осадчий Андрей Михайлович, кандидат медицинских наук врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению Санкт-петербургского государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Городская больница № 40 Курортного района», Санкт-Петербург, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0002-2406-942X

Kirshin Andrey A., Cardiovascular Surgeon, Budgetary Healthcare Institution of the Udmurt Republic “Republican Clinical and Diagnostic Center of the Ministry of Health of the Udmurt Republic”, Izhevsk, Russian Federation; **ORCID** 0000-0003-4525-0647

Musin Ramil R., Cardiovascular Surgeon, Budgetary Healthcare Institution of the Udmurt Republic “Republican Clinical and Diagnostic Center of the Ministry of Health of the Udmurt Republic”, Izhevsk, Russian Federation; **ORCID** 0009-0009-8522-6415

Anisimov Sergey V., Cardiovascular Surgeon, Head of the Department of Surgery, Budgetary Healthcare Institution of the Udmurt Republic “Republican Clinical and Diagnostic Center of the Ministry of Health of the Udmurt Republic”, Izhevsk, Russian Federation; **ORCID** 0000-0002-5539-8322

Osadchiy Andrey M., PhD, Specialist in Endovascular Diagnostics and Treatment, St. Petersburg State Budgetary Healthcare Institution “City Hospital No. 40 of the Kurortny district”, St. Petersburg, Russian Federation; **ORCID** 0000-0002-2406-942X

Вклад авторов в статью

CBB – вклад в дизайн исследования, получение и интерпретация данных исследования, написание статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

KAB – получение и интерпретация данных исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

AЭН – получение и интерпретация данных исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

PBB – получение и интерпретация данных исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

КАА – получение и интерпретация данных исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

MPP – интерпретация данных исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

АСВ – интерпретация данных исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

ОАМ – вклад в концепцию исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

Author Contribution Statement

SVV – contribution to the design of the study, data collection and interpretation, manuscript writing, approval of the final version, fully responsible for the content

KAV – data collection and interpretation, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

AEN – data collection and interpretation, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

RVV – data collection and interpretation, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

KAA – data collection and interpretation, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

MRR – data interpretation, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

ASV – data interpretation, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

OAM – contribution to the concept of the study, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Красникова О.В., Немирова С.В., Медведев А.П., Гордеев А.С. Инфракрасная спектроскопия в дифференциальной диагностике тромбозов легочных артерий. Современные технологии в медицине. 2020; 12 (3):64-70 doi: 10.17691/stm2020.12.3.08

2. Konstantinides S.V., Meyer G., Becattini C., Bueno H., Geersing G.J., Harjola V.P., Huisman M.V., Humbert M., Jennings C.S., Jiménez D., Kucher N., Lang I.M., Lankeit M., Lorusso R., Mazzolai L., Meneveau N., Ni Ainle F., Prandoni P.,

Pruszczyk P., Righini M., Torbicki A., Van Belle E., Zamorano J.L.; ESC Scientific Document Group. 2019 ESC Guidelines for the diagnosis and management of acute pulmonary embolism developed in collaboration with the European Respiratory Society (ERS). Eur Heart J. 2020; 41 (4):543-603. doi:10.1093/eurheartj/ehz405

3. Kline J.A., Mitchell A.M., Kabrhel C., Richman P.B., Courtney D.M. Clinical criteria to prevent unnecessary diagnostic testing in emergency department patients with

suspected pulmonary embolism. J Thromb Haemost. 2004; 2 (8):1247-1255. doi:10.1111/j.1538-7836.2004.00790.x

4. Van der Hulle T., Cheung W.Y., Kooij S., Beenen L.F.M., van Bommel T., van Es J., Faber L.M., Hazelaar G.M., Heringhaus C., Hofstee H., Hovens M.M.C., Kaasjager K.A.H., van Klink R.C.J., Kruip M.J.H.A., Loeffen R.F., Mairuhu A.T.A., Middeldorp S., Nijkeuter M., van der Pol L.M., Schol-Gelok S., Ten Wolde M., Klok F.A., Huisman M.V.; YEARS study group. Simplified diagnostic management of suspected pulmonary embolism (the YEARS study): a prospective, multicentre, cohort study. Lancet. 2017; 390 (10091):289-297. doi:10.1016/S0140-6736(17)30885-1

5. Kearon C., de Wit K., Parpia S., Schulman S., Afilalo M., Hirsch A., Spencer F.A., Sharma S., D'Aragon F., Deshaies J.F., Le Gal G., Lazo-Langner A., Wu C., Rudd-Scott L., Bates S.M., Julian J.A.; PEGeD Study Investigators. . Diagnosis of Pulmonary Embolism with D-Dimer Adjusted to Clinical Probability. N Engl J Med. 2019; 381 (22):2125-2134. doi:10.1056/NEJMoa1909159

6. Rindi L.V., Al Moghazi S., Donno D.R., Cataldo M.A., Petrosillo N. Predictive scores for the diagnosis of Pulmonary Embolism in COVID-19: A systematic review. Int J Infect Dis. 2022; 115:93-100. doi:10.1016/j.ijid.2021.11.038

REFERENCES

1. Krasnikova O.V., Nemirova S.V., Medvedev A.P., Gordetsov A.S. Infrared Spectroscopy in Differential Diagnosis of Pulmonary Embolism. Sovrem Tekhnologii Med. 2021;12(3):64-70. doi: 10.17691/stm2020.12.3.08. (In Russian)

2. Konstantinides S.V., Meyer G., Becattini C., Bueno H., Geersing G.J., Harjola V.P., Huisman M.V., Humbert M., Jennings C.S., Jiménez D., Kucher N., Lang I.M., Lankeit M., Lorusso R., Mazzolai L., Meneveau N., Ní Ainle F., Prandoni P., Pruszczyk P., Righini M., Torbicki A., Van Belle E., Zamorano J.L.; ESC Scientific Document Group. 2019 ESC Guidelines for the diagnosis and management of acute pulmonary embolism developed in collaboration with the European Respiratory Society (ERS). Eur Heart J. 2020; 41 (4):543-603. doi:10.1093/eurheartj/ehz405

3. Kline J.A., Mitchell A.M., Kabrhel C., Richman P.B., Courtney D.M. Clinical criteria to prevent unnecessary diagnostic testing in emergency department patients with suspected pulmonary embolism. J Thromb Haemost. 2004; 2 (8):1247-1255. doi:10.1111/j.1538-7836.2004.00790.x

4. Van der Hulle T., Cheung W.Y., Kooij S., Beenen

L.F.M., van Bommel T., van Es J., Faber L.M., Hazelaar G.M., Heringhaus C., Hofstee H., Hovens M.M.C., Kaasjager K.A.H., van Klink R.C.J., Kruip M.J.H.A., Loeffen R.F., Mairuhu A.T.A., Middeldorp S., Nijkeuter M., van der Pol L.M., Schol-Gelok S., Ten Wolde M., Klok F.A., Huisman M.V.; YEARS study group. Simplified diagnostic management of suspected pulmonary embolism (the YEARS study): a prospective, multicentre, cohort study. Lancet. 2017; 390 (10091):289-297. doi:10.1016/S0140-6736(17)30885-1

5. Kearon C., de Wit K., Parpia S., Schulman S., Afilalo M., Hirsch A., Spencer F.A., Sharma S., D'Aragon F., Deshaies J.F., Le Gal G., Lazo-Langner A., Wu C., Rudd-Scott L., Bates S.M., Julian J.A.; PEGeD Study Investigators. . Diagnosis of Pulmonary Embolism with D-Dimer Adjusted to Clinical Probability. N Engl J Med. 2019; 381 (22):2125-2134. doi:10.1056/NEJMoa1909159

6. Rindi L.V., Al Moghazi S., Donno D.R., Cataldo M.A., Petrosillo N. Predictive scores for the diagnosis of Pulmonary Embolism in COVID-19: A systematic review. Int J Infect Dis. 2022; 115:93-100. doi:10.1016/j.ijid.2021.11.038

Для цитирования: Семенюта В.В., Казаков А.В., Авдеев Э.Н., Ремняков В.В., Киришин А.А., Мусин Р.Р., Анисимов С.В., Осадчий А.М. Алгоритм отбора пациентов на КТ-ангиопульмонографию при подозрении на легочную эмболию. Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. 2024;13(3S): 37-44. DOI: 10.17802/2306-1278-2024-13-3S-37-44

To cite: Semenyuta V.V., Kazakov A.V., Avdeev E.N., Remnyakov V.V., Kirshin A.A., Musin R.R., Anisimov S.V., Osadchiy A.M. Algorithm for selecting patients for pulmonary artery angiography in case of suspected pulmonary embolism. Complex Issues of Cardiovascular Diseases. 2024;13(3S): 37-44. DOI: 10.17802/2306-1278-2024-13-3S-37-44