

<http://doi.org/10.20862/0042-4676-2019-100-6-363-371>

# Прогнозирование успеха экстренного оперативного лечения острой массивной тромбоэмболии легочной артерии на основании результатов многосрезовой компьютерной томографии

Трофимова Т.Н.<sup>1</sup>, Сухова М.Б.<sup>2, \*</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Минздрава России, ул. Льва Толстого, 6-8, Санкт-Петербург, 197022, Российская Федерация

<sup>2</sup> ГБУЗ НО «Специализированная кардиохирургическая клиническая больница имени академика Б.А. Королева», ул. Ванеева, 209, Нижний Новгород, 603950, Российская Федерация

## Резюме

**Цель исследования** – оценить информативность многосрезовой компьютерной томографии (МСКТ)-ангиопульмонографии в оценке периферического кровотока и определить прогностическую роль ангиографической массивности и объема сохраненного периферического кровотока как предикторов успеха экстренного оперативного лечения острой массивной тромбоэмболии легочной артерии (ТЭЛА).

**Материал и методы.** Представлены результаты 7-летнего исследования за период с марта 2012 г. по сентябрь 2019 г., которое включало пилотный ретроспективный этап (анализ результатов 264 процедур МСКТ с контрастным усилением по поводу острой ТЭЛА у пациентов в возрасте от 32 до 69 лет за период 2012–2013 гг.) и прогностическую практическую работу (второй этап, анализ результатов 974 процедур МСКТ с контрастным усилением у пациентов в возрасте от 25 до 78 лет за период 2013–2019 гг.).

**Результаты.** Полученные результаты и статистические зависимости доказали влияние сохраненного объема периферического артериального легочного кровотока на исход оперативного лечения. Применение этого показателя как МСКТ-предиктора позволило снизить уровень госпитальной летальности с 7,2 до 3,5%. Анализ влияния изначальной ангиографической массивности ТЭЛА на исход оперативного лечения не нашел подтверждения.

**Заключение.** По результатам исследования рекомендовано включение анализа сегментарного артериального легочного кровотока методом МСКТ с контрастным усилением в алгоритм дооперационного обследования пациентов с острой массивной ТЭЛА в случае необходимости экстренного оперативного лечения.

**Ключевые слова:** многосрезовая компьютерная томография с контрастным усилением; острая массивная тромбоэмболия легочной артерии; МСКТ-ангиопульмонография; экстренная тромбоэмболизэктомия.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

**Для цитирования:** Трофимова Т.Н., Сухова М.Б. Прогнозирование успеха экстренного оперативного лечения острой массивной тромбоэмболии легочной артерии на основании результатов многосрезовой компьютерной томографии. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2019; 100 (6): 363–71. <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2019-100-6-363-371>

Статья поступила 21.01.2019

После доработки 29.04.2019

Принята к печати 27.05.2019

## Predicting the Success of Emergency Surgical Treatment of Acute Massive Pulmonary Embolism Based on the Results of Multislice Computed Tomography

Tat'yana N. Trofimova<sup>1</sup>, Marina B. Sukhova<sup>2, \*</sup>

<sup>1</sup> Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation, ul. L'va Tolstogo, 6-8, St. Petersburg, 197022, Russian Federation

<sup>2</sup> Korolev Specialized Cardiosurgical Clinical Hospital, ul. Vaneeva, 209, Nizhny Novgorod, 603950, Russian Federation

## Abstract

**Objective** – to assess the informativeness of multislice computed tomography (MSCT) angiopulmonography in the assessment of peripheral blood flow and to determine the prognostic role of angiographic massiveness

and volume of preserved peripheral blood flow as predictors of success of emergency surgical treatment of acute massive pulmonary embolism (PE).

**Material and methods.** The article presents the results of 7-year work for the period from March 2012 to September 2019, which included a pilot retrospective stage (analysis of the results of 264 MSCT procedures with contrast enhancement for acute PE in patients aged 32 to 69 years for the period 2012–2013) and prognostic practical work (the second stage, analysis of the results of 974 MSCT procedures with contrast enhancement in patients aged 25 to 78 years for the period 2013–2019).

**Results.** The obtained results and statistical dependences proved the influence of the saved volume of peripheral arterial pulmonary blood flow on the outcome of surgical treatment. The use of this indicator as an MSCT predictor reduced the hospital mortality rate from 7.2% to 3.5%. The analysis of the influence of the initial angiographic massiveness of PE on the outcome of surgical treatment has not been confirmed.

**Conclusion.** According to the results of the study, we recommend the inclusion of segmental arterial pulmonary blood flow analysis by MSCT with contrast enhancement in the algorithm of preoperative examination of patients with acute massive pulmonary embolism in case of emergency surgical treatment.

**Keywords:** contrast-enhanced multislice computed tomography; acute massive pulmonary embolism; MSCT angiopulmonography; emergency thrombectomy.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Funding.** The study had no sponsorship.

**For citation:** Trofimova T.N., Sukhova M.B. Predicting the success of emergency surgical treatment of acute massive pulmonary embolism based on the results of multislice computed tomography. *Journal of Radiology and Nuclear Medicine*. 2019; 100 (6): 363–71 (in Russ.). <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2019-100-6-363-371>

Received 21.01.2019

Revised 29.04.2019

Accepted 27.05.2019

## Введение

Актуальность диагностики острой массивной тромбоэмболии легочной артерии (ТЭЛА), одного из самых тяжелых жизнеугрожающих сердечно-сосудистых осложнений, привлекает внимание как лучевых диагностов, так и исследователей смежных специальностей – кардиохирургов, кардиологов, терапевтов, патологоанатомов [1, 2].

На фоне общего роста числа удачных хирургических вмешательств по поводу ТЭЛА успешное оперативное лечение в случае острой массивной тромбоэмболии легочной артерии до сих пор редко превышает 50–60% случаев и сопряжено с высоким риском интраоперационных осложнений [3, 4].

Отбор пациентов с ТЭЛА на хирургическое лечение традиционно опирается на ангиографические характеристики окклюзирующего/стенозирующего сегмента легочной артерии [5, 6]. Оценка ангиографической массивности поражения рутинно ограничивается лишь уровнем поражения и, реже, количественным анализом массивности тромбоэмболии [2, 7].

Понятие «массивная тромбоэмболия» подразумевает изменение более 50% артериального легочного русла [1, 2, 7]. Предложено несколько вариантов оценки массивности поражения ТЭЛА, применимых в настоящее время и для метода многосрезовой компьютерной томографии (МСКТ), – индекс S.D. Quanadli (2001 г.), индекс I. Mastora (2003 г.), индекс P.N. Walsh (1973 г.), индекс G.A. Miller (1971 г.), при помощи которых возможна количественная оценка степени тяжести ТЭЛА [8–10].

Наиболее известен из них балльный ангиографический индекс Миллера, когда дефект контра-

стирования в одной сегментарной артерии оценивается 1 баллом, а тромб главной ветви легочной артерии – суммой сегментарных артерий [10, 11].

Казалось бы, пациенты, сравнимые по возрасту, полу, сопутствующей патологии, ангиографической массивности и топике тромбоэмболического поражения, должны иметь сходные результаты лечения и клиническое течение заболевания. Однако на практике они могут различаться не только по частоте безоперационной летальности, но и исходам хирургического лечения [4, 6, 9]. Существует мнение, что это обусловлено недооценкой специалистами состоятельности артериального легочного кровотока по сегментам, расположенным дистальнее тромбоза [5, 6].

На сегодняшний день современные МСКТ-сканеры позволяют провести комплексную экспертную оценку ТЭЛА и с патогенетической точки зрения, оценив адаптивную реконструкцию оставшегося сохраненного артериального легочного кровотока в ответ на тромбоэмболическое поражение [9, 12].

Цель нашего исследования – определить информативность МСКТ-ангиопульмонографии в оценке периферического кровотока, а также прогностическую роль ангиографической массивности и объема сохраненного периферического кровотока как предикторов успеха экстренного оперативного лечения острой массивной тромбоэмболии легочной артерии.

## Материал и методы

Проблема лечения ТЭЛА неоднозначна и неразрывно связана с причинами возникновения патологии; в настоящем исследовании рассматри-

вается лишь узкое направление хирургического подхода к лечению и диагностике тромбоэмболии.

Всего в ходе работы за период с марта 2012 по сентябрь 2019 г. проанализированы результаты 1215 контрастных МСКТ-процедур, выполненных по поводу острой массивной тромбоэмболии. Средний возраст пациентов составил  $56,7 \pm 3,2$  года (от 32 до 78 лет), лиц мужского пола было 556 (45,8%), женского – 659 (54,2%). В исследование вошли пациенты, которым выполнено хирургическое лечение по поводу массивного тромбоэмболического поражения. Срок существования острой ТЭЛА или эпизода острой ТЭЛА в случае рецидивирующего характера заболевания составил не более 1 мес (в среднем  $6,3 \pm 3,4$  дня).

Исследование проводилось в два этапа. Первый этап (2012–2013 гг.) стал пилотным проектом, в который вошли 264 пациента. Средний возраст больных составил  $51,4 \pm 3,0$  года (от 32 до 69 лет), лиц мужского пола было 121 (45,8%), женского – 143 (54,2%). Из них по результатам МСКТ-исследования на оперативное лечение был отобран 41 (15,5%) пациент.

Предоперационно выполнялось контрольное МСКТ-исследование в условиях СККБ им. академика Б.А. Королева (Н. Новгород), если пациент поступал из другого учреждения города или области.

МСКТ-ангиографию выполняли на компьютерном томографе Aquilion CXL (Toshiba, Япония) по протоколу Pulmonary CTA с внутривенным контрастным усилением неионным йодсодержащим препаратом с помощью двухколбового инжектора Bayer MEDRAD® Stellant D и с постобработкой изображений на мультимодальной рабочей станции Vitrea (Toshiba, Япония). Полученные сырые DICOM-данные реконструировались в различных

режимах постобработки (3D MIP, MPR), использовались дополнительные криволинейные проекции постобработки (MPR-, VRT-реконструкции) до получения исчерпывающей информации об интересующей области.

В качестве контрастного агента использовался неионный низкоосмолярный контрастный препарат Ультравист® (йопромид) в концентрации 370 мг йода/мл; перед введением, согласно рекомендациям, контрастное средство подогревалось до температуры тела.

## Результаты

В качестве основы для анализа исходов оперативного лечения и дооперационного статуса пациентов взяты базовые клинические и ангиографические характеристики тромбоэмболического поражения артериального легочного русла, с количественной оценкой по методу Миллера [11, 13]. В дополнение к этому мы провели анализ сохраненного периферического кровотока на уровне сегментарных ветвей легочной артерии с оценкой наличия и развитости бронхиальной коллатеральной сети.

Госпитальная летальность (на интраоперационном этапе и в раннем послеоперационном периоде) составила 7,3% (3 пациента). Ретроспективно был проведен подробный анализ дооперационного МСКТ-статуса умерших пациентов (см. таблицу).

Проанализировав полученные результаты, стало очевидно наличие статистически значимых отличий группы летальности по дооперационному объему сохраненного периферического артериального кровотока: кровотоки определялись по 9 сегментарным ветвям ЛА, тогда как в нелетальной группе в среднем он был сохранен по  $13,4 \pm 1,8$  сегментарным ветвям ЛА.

Анализ параметров умерших пациентов

Параметр	1-й пациент	2-й пациент	3-й пациент
Возраст, лет	30	51	64
Пол	Ж	М	Ж
Вид ТЭЛА	Острая	Острая	Рецидивирующая
Анамнестические сроки существования ТЭЛА, дни	2	9	Не известно
Расчетное давление в легочной артерии (дооперационно), мм рт. ст.	62	56	54
Расчетное давление в легочной артерии (в 1-е сутки после операции), мм рт. ст.	–	43	47
Объем инфаркт-пневмонии (количество сегментов, n)	2	3	2
Индекс Миллера (ангиографическая составляющая)	17	16	18
Сохраненный периферический кровоток (количество контрастируемых сегментарных артерий, n)	9	11	7
Количество бронхиальных артерий	1	0	3
Поперечный размер правого предсердия, мм	50	52	50
Поперечный размер правого желудочка, мм	43	46	49
Диаметр ствола легочной артерии, мм	41	40	39
Фракция выброса левого желудочка, %	49	50	48

Под сохраненным периферическим кровотоком мы понимали контрастирование сегментарной артерии дистальнее тромбоза.

Особенности пространственной ориентации ветвей легочной артерии анализировались согласно уточненной анатомии артериального легочного русла, количество сегментарных ветвей легочной артерии в правом и левом легких составило по 10, общее суммарное количество сегментарных ветвей – 20 [12, 14, 15].

Расчетные показатели нелетальной группы составили: поперечный размер правого предсердия  $50,4 \pm 7,9$  мм, правого желудочка  $38,4 \pm 5,8$  мм, ствола легочной артерии  $35,6 \pm 5,0$  мм, ФВ ЛЖ  $48,4 \pm 6,3\%$ , расчетное давление в легочной артерии  $58,8 \pm 7,7$  мм рт. ст., индекс Миллера (ангиографическая составляющая)  $18,1 \pm 2,3$ ; количество бронхиальных артерий в нелетальной группе составило  $1,5 \pm 0,7$ .

В качестве примера положительного исхода экстренного оперативного лечения острой массивной ТЭЛА приводим результаты МСКТ-исследования пациента Б., 61 года. Дооперационные данные представлены на рисунке 1.

Несмотря на ангиографическую массивность тромбоза легочного поражения, сохраненный дооперационный кровоток у пациента определялся по 12 из 20 сегментарных ветвей легочной артерии (см. рис. 1).

В день госпитализации (12.09.2012 г.) пациенту была выполнена экстренная операция тромбозэктомии из ветвей легочной артерии по жизненным показаниям, с хорошим клиническим результатом. Послеоперационный срок нахождения пациента в палате интенсивной терапии составил 3 суток, общий госпитальный период – 12 дней. Регресс клинической картины заболевания отмечен сразу после пробуждения пациента в отделении реанимации, давление в легочной артерии непосредственно после оперативного лечения составило 36 мм рт. ст. (данные ЭхоКГ), на момент выписки – 24 мм рт. ст. (данные ЭхоКГ).

Контрольное МСКТ-обследование у пациента Б. выполнено через 6,7 года с момента хирургического лечения (16.05.2019 г.) с целью оценки его отдаленных результатов (рис. 2). По данным МСКТ отмечен полный ангиографический регресс ТЭЛА.

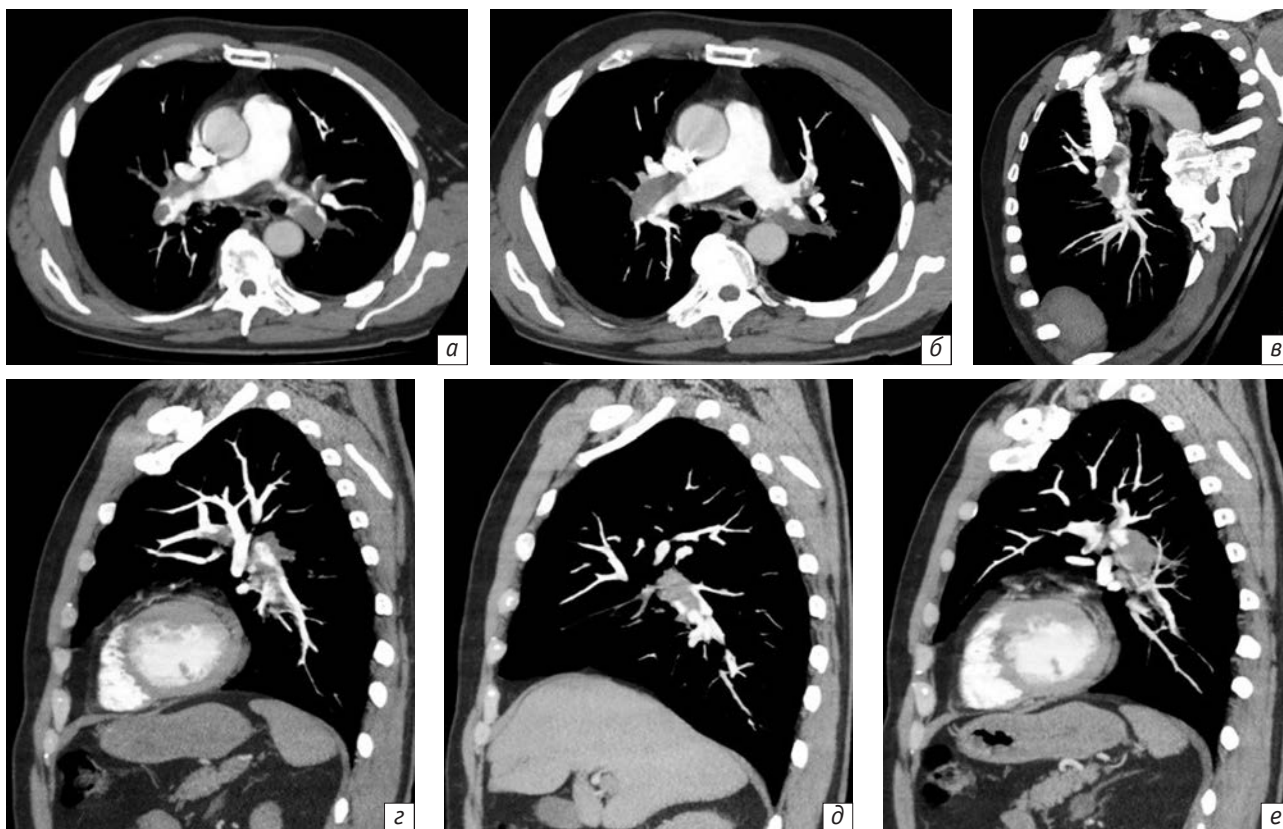


Рис. 1. Результаты дооперационной МСКТ-ангиопульмонографии пациента Б., 61 года (от 12.09.2012 г.):

а, б – МРР-, МРР-реконструкции в аксиальной плоскости; в, г – МРР-реконструкции в косовертикальной и сагиттальной плоскостях (правое легкое); д, е – МРР-, МРР-реконструкции в сагиттальной плоскости (левое легкое). Визуализируются бифуркационные стенозирующие дефекты наполнения правой и левой главных ветвей легочной артерии (субокклюзии); стенозирующие и окклюзирующие дефекты наполнения нижнедолевых ветвей правой и левой ветвей легочной артерии; окклюзирующие дефекты сегментарных ветвей S6, 7, 8, 9 – справа, S6, 8, 9, 10 – слева. Определяется расширение бронхиальной артериальной сети, визуализируется одна бронхиальная артерия диаметром до 3 мм



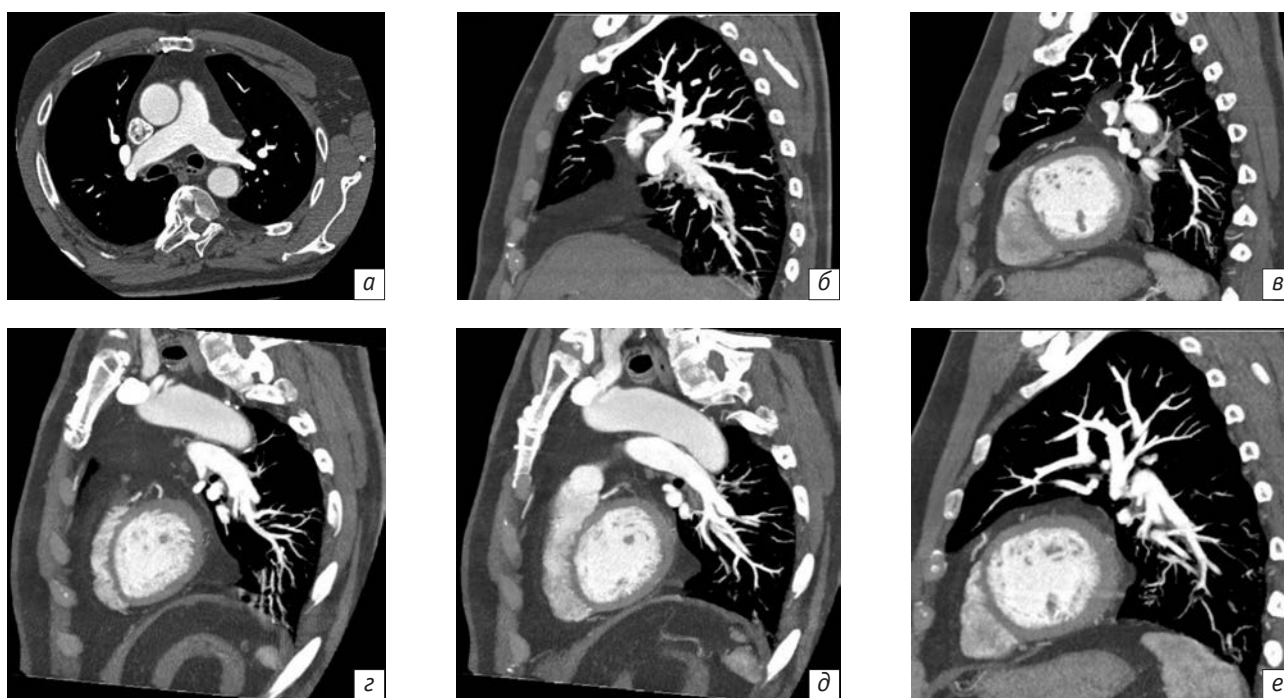


Рис. 2. Результаты контрольной МСКТ-ангиопульмонографии пациента Б. через 6 лет 7 мес после оперативного лечения (16.05.2019 г.):

а, б, в, г, д, е – MPR-, MIP-реконструкции в аксиальной и сагиттальной плоскостях. Отсутствие дефектов наполнения артериального легочного русла, кровотоки состоятельны, прослеживаются до кортикальных отделов правого и левого легких

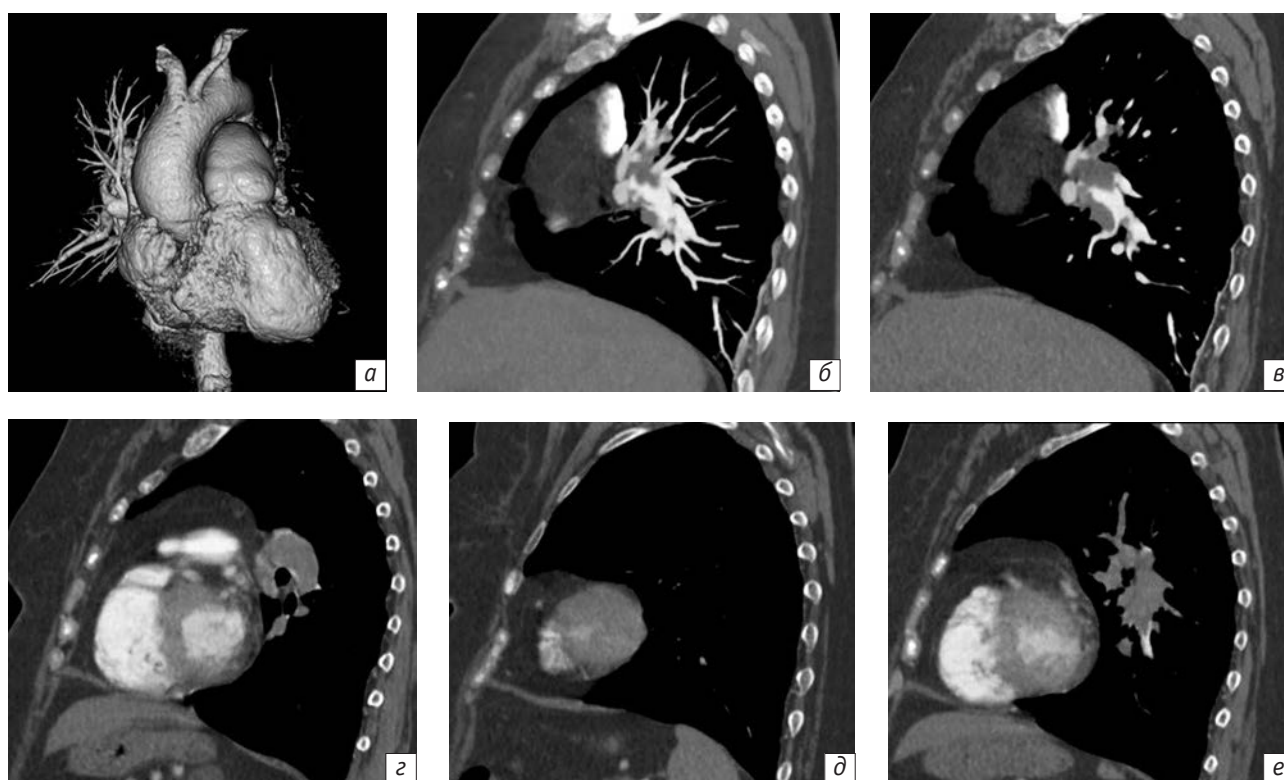


Рис. 3. Результаты дооперационной МСКТ-ангиопульмонографии пациентки Ш., 64 лет (от 22.05.2012 г.):

а – объемный рендеринг, 3D-реконструкция; б, в, г, д, е – MPR-, MIP-реконструкции в сагиттальной плоскости. Визуализируется окклюзирующий дефект наполнения левой ветви легочной артерии. Отчетливый кровоток по долевым и сегментарным ветвям левого легкого не прослеживается. Наблюдаются стенозирующий дефект наполнения правой ветви легочной артерии, нижнедолевой ветви правой легочной артерии, окклюзирующие дефекты сегментарных ветвей S2, 6, 8 – справа. Бронхиальные артерии не визуализируются

Суммарно безрецидивный период составил более 6,5 года.

Как пример отрицательного исхода экстренного оперативного лечения острой массивной ТЭЛА приводим результаты МСКТ-исследования пациентки Ш., 64 лет. Дооперационные данные представлены на рисунке 3.

У пациентки Ш. выявлена массивная тромбоэмболия, сохраненный кровоток до операции определялся по 7 из 20 сегментарных ветвей легочной артерии.

В день госпитализации (22.05.2012 г.) пациентке Ш. выполнена экстренная операция тромбоэмбоэктомии из ветвей ЛА по жизненным показаниям. Интраоперационный и ранний послеоперационный период протекал с явлениями тяжелой сердечно-сосудистой и дыхательной недостаточности, давление в ЛА в 1-е сутки после оперативного лечения составило 47 мм рт. ст. (данные ЭхоКГ). Смерть в отделении реанимации на 2-е сутки.

Вторым этапом нашего исследования (2013–2019 гг.) стала прогностическая работа. Суммарно были проанализированы результаты 974 контрастных МСКТ-процедур по поводу острых массивных тромбоэмболий. Средний возраст пациентов составил  $51,4 \pm 6,3$  года (от 25 до 78 лет), лиц мужского пола было 406 (41,7%), женского – 568 (58,3%).

При отборе пациентов для хирургического лечения на втором этапе нашей работы помимо традиционных ангиографических показателей массивности ТЭЛА учитывался объем сохраненного кровотока. Контрастирование по результатам МСКТ-исследования должно было быть не менее чем в 9 из 20 сегментарных артерий (то есть составлять не менее 45% от возможного сегментарного артериального кровоснабжения легких). Всего для оперативного лечения было отобрано 114 (11,7%) пациентов – 55 (48,2%) женщин и 59 (51,8%) мужчин в возрасте от 25 до 78 лет (в среднем  $53,5 \pm 12,5$  года). Ангиографический компонент индекса Миллера составил  $15,9 \pm 3,1$ , среднее давление в легочной артерии до операции  $58,5 \pm 6,9$  мм рт. ст.

На втором этапе исследования интраоперационная летальность при тромбоэмбоэктомии составила 1,8% (2 пациента в возрасте 63 и 76 лет), госпитальная – 1,8% (умерли 2 пациента 54 и 63 лет через 1 и 3 дня соответственно после оперативного вмешательства). Таким образом, госпитальная летальность была ниже, чем на первом этапе исследования, более чем в 2 раза и составила 3,5% (4 пациента). Причиной летальных исходов у 1 мужчины и 3 женщин стала прогрессирующая сердечно-легочная недостаточность, в 1 случае – с наличием легочного кровотечения.

Согласно фактическим значениям, у пациентов из группы летальности контрастирование сегмен-

тарных ветвей на дооперационном этапе определялось менее чем в 10 из 20 артериальных легочных бассейнов (в среднем 9,5 сегмента, что составило не более 47,5% от общего сегментарного кровоснабжения легких в норме) (рис. 4).

Дальнейший анализ взаимосвязи периферического кровотока и летальности включал построение линейной регрессионной модели.

Методом логистической регрессии было выявлено статистически значимое влияние сохраненного периферического кровотока на смертность ( $p > 0,001$ ). На рисунке 4 эта зависимость представлена в графической форме. По оси ординат отложена вероятность летального исхода, по оси абсцисс – процент сохраненного периферического кровотока. Точки соответствуют эмпирическим данным (одна точка – один пациент). Кривая представляет собой логистическую модель зависимости. Хорошо видно, что с ростом сохраненного периферического кровотока смертность уменьшается. При сохранении периферического кровотока более 60% случаев смерти не отмечено, а вероятность смерти в соответствии с построенной моделью не превышает 10%. Таким образом, при определении кровотока в 12 из 20 сегментарных бассейнов легких вероятность летального исхода интраоперационно и на госпитальном этапе приближается к 0.

В качестве примера расширенного диагностического подхода к отбору пациентов для оперативного лечения острой массивной ТЭЛА приводим результаты МСКТ-исследования пациента С., 48 лет.

На рисунке 5 представлены данные дооперационного МСКТ-исследования. Несмотря на массивность тромбоэмболического поражения, сохраненный кровоток определялся по 14 из 20 сегментарных ветвей легочной артерии, что составило 70% от возможного сегментарного легочного кровотока.

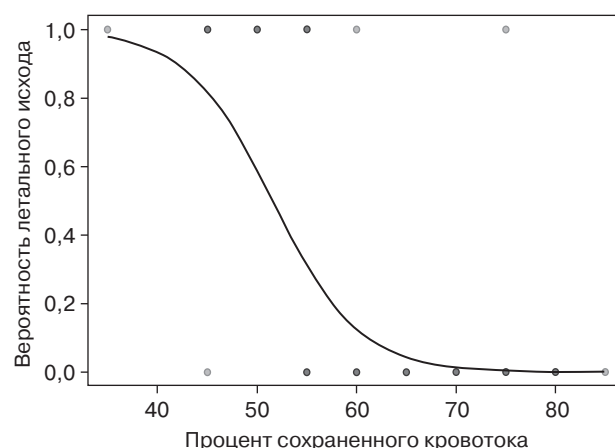


Рис. 4. Зависимость госпитальной летальности от сохраненного периферического кровотока

Пациенту выполнена экстренная операция эмболектomie из ветвей легочной артерии по жизненным показаниям, с хорошим клиническим результатом. Послеоперационный срок нахождения пациента в палате интенсивной терапии составил 2 суток, общий госпитальный период – 10 дней. Регресс клинической картины заболевания отмечен сразу после пробуждения пациента, давление в легочной артерии непосредственно после оперативного лечения составило 29 мм рт. ст. (данные ЭхоКГ), на момент выписки – 21 мм рт. ст. (данные ЭхоКГ).

Кроме того, на втором этапе исследования мы расширили статистический анализ и с помощью метода логистической регрессии проанализировали влияние ангиографической составляющей ТЭЛА на госпитальную летальность в случае экстренного оперативного лечения острой массивной ТЭЛА. По результатам исследования было подтверждено отсутствие статистической значимости взаимосвязи этих параметров ( $p = 0,2254$ ).

Полученные результаты исследования могут быть обусловлены тем, что все пациенты, вошедшие в исследование, исходно имели тяжелую или

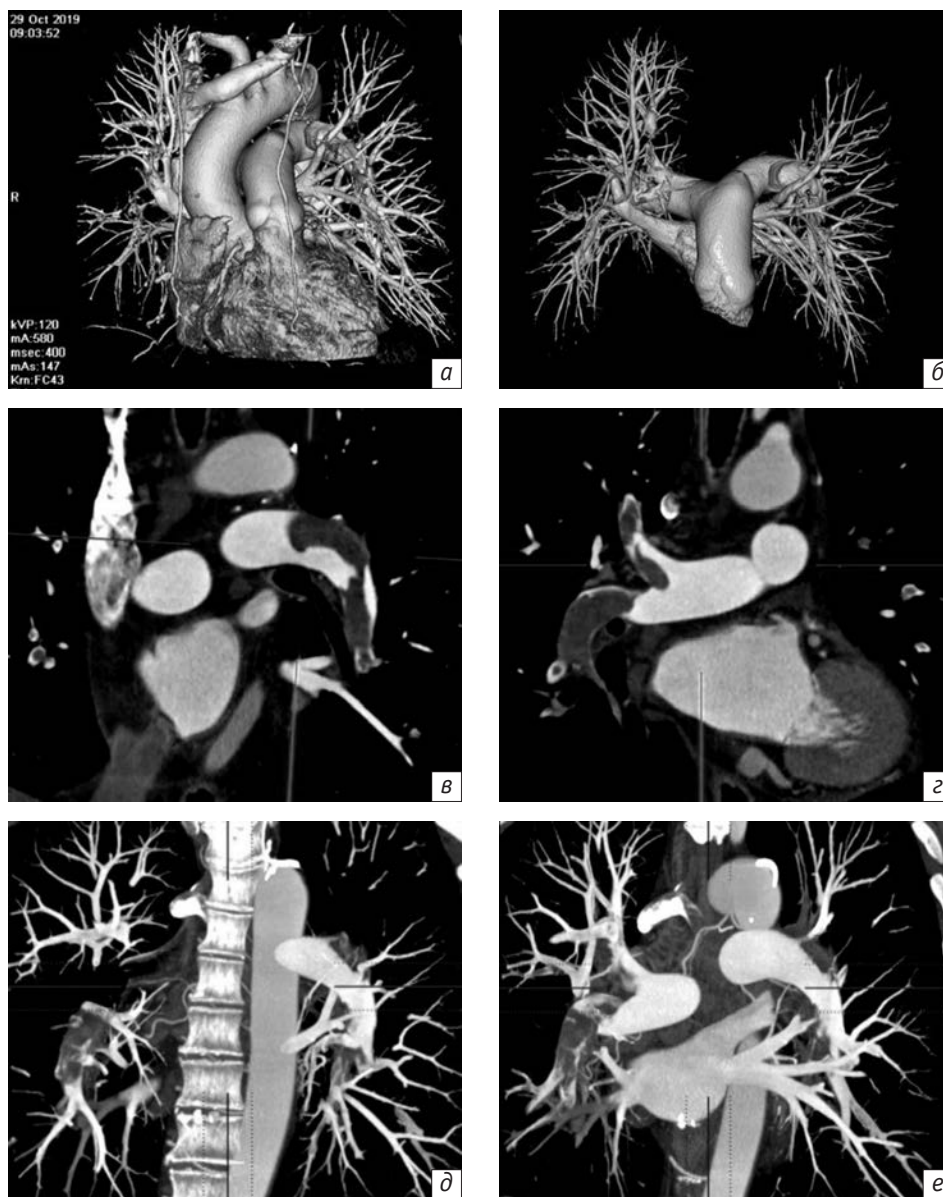


Рис. 5. Результаты дооперационной МСКТ-ангиопульмонографии пациента С., 48 лет (от 29.10.2019 г.):

а, б – объемный рендеринг, 3D-реконструкция; в, г – МIP-реконструкции в косовертикальных плоскостях; д, е – МPR-, МIP-реконструкции в коронарной плоскости. Визуализируются бифуркационные стенозирующие дефекты наполнения правой и левой главных ветвей легочной артерии (субокклюзия), стенозирующие и окклюзирующие дефекты наполнения нижнедолевых ветвей правой (субокклюзия) и левой ветвей легочной артерии, верхнедолевой ветви правой легочной артерии, окклюзирующие дефекты сегментарных ветвей S6, 7, 8, 9 – справа. Определяется расширение бронхиальной артериальной сети, визуализируются 2 бронхиальные артерии диаметром до 4 мм



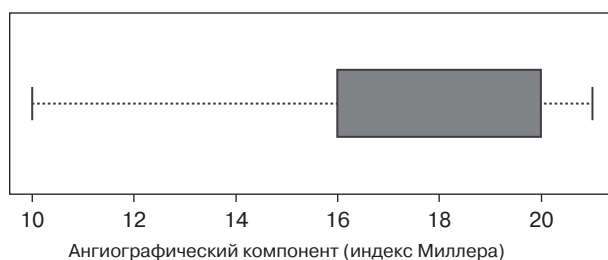


Рис. 6. Гистограмма и диаграмма размахов распределения массивности ТЭЛА согласно расчету ангиографической составляющей индекса Миллера

крайне тяжелую степень ангиографической тяжести заболевания (рис. 6).

### Обсуждение

Известно, что устойчивая функциональная активность легких обеспечивается двойной системой кровоснабжения, имеющей разные эмбриогенетическое происхождение, структуру и гемодинамические параметры. Она представлена сосудами малого круга кровообращения (система легочной артерии) и сосудами большого круга кровообращения (система бронхиальных артерий) [2, 7, 15].

В случае острой крупной тромбоэмболии, моментно блокирующей большую часть легочного артериального русла из системы ЛА, система бронхолегочных артерий сохраняет трофику легкого за счет множественных анастомозов между ветвями легочной и бронхиальной артерий, что экспериментально было доказано советскими исследователями в 1950–1960-х годах. В.Б. Сериков и др. (1985 г.), С.А. Симбирцев и др. (1983 г.) также выявили, что шунтирующая кровь из бронхолегочной системы имеет более высокий уровень оксигенации и при патологической гипоксии происходит не спад, а, наоборот, усиление кровотока за счет снижения тонуса артерии, что позволяет рассматри-

вать бронхиальный кровоток как основной путь защиты легочных структур от гипоксических повреждений [13].

В ряде случаев компенсаторные механизмы не срабатывают или оказываются недостаточными для конкретной тромбоэмболической массивности процесса [5, 9, 15].

В доступной нам литературе есть единичные сообщения о важности оценки периферического кровотока в случае острой массивной ТЭЛА. Авторы считают, что именно остаточный кровоток (дистальнее магистрально расположенного тромбоэмбола) определяет истинную тяжесть ТЭЛА [1, 15], что согласуется и с результатами нашего исследования: чем ниже кровоток в сегментарных артериальных бассейнах легочной артерии, тем больше риски неблагоприятных как интраоперационных, так и госпитальных происшествий.

### Заключение

В случае острой массивной ТЭЛА активная хирургическая тактика доказала свою состоятельность. По данным нашего исследования, успех оперативного лечения на ретроспективном этапе работы составил 92,8%, на прогностическом этапе – 96,5%.

Метод МСКТ-ангиографии продемонстрировал высокую информативность в оценке состояния периферического кровотока у пациентов с острой массивной ТЭЛА. В ходе исследования подтверждена необходимость анализа артериального легочного кровотока по сегментарным ветвям на дооперационном этапе. Показатель объема сохраненного кровотока по сегментарным ветвям ЛА может стать решающим при выборе хирургического метода лечения ТЭЛА.

Анализ сегментарного артериального легочного кровотока должен быть включен в алгоритм предоперационного обследования пациентов с острой массивной тромбоэмболией легочной артерии.

### Литература [References]

1. Медведев А.П., Дерябин Р.А., Немирова С.В., Демарин О.И., Пичугин В.В., Пенкнович А.А. и др. Хирургическое лечение массивной тромбоэмболии легочной артерии у больных пожилого и старческого возраста. *Медицинский альманах*. 2013; 4: 67–71.  
[Medvedev A.P., Deryabin R.A., Nemirova S.V., Demarin O.I., Pichugin V.V., Penkovich A.A. et al. Surgical treatment of massive pulmonary embolism in elderly and senile patients. *Medical Almanach*. 2013; 4: 67–71 (in Russ.).]
2. Савельев В.С. Флебология: Руководство для врачей. М.: Медицина; 2001.  
[Savel'ev V.S. Phlebology: Guide for doctors. Moscow: Meditsina; 2001 (in Russ.).]
3. Mahmud E., Madani M.M., Kim N.H., Poch D., Ang L., Behnamfar O. et al. Chronic thromboembolic pulmonary hypertension: evolving therapeutic approaches for operable and inoperable disease. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2018; 71 (21): 2468–86. DOI: 10.1016/j.jacc.2018.04.009
4. Медведев А.П., Немирова С.В., Кудыкин М.Н., Демарин О.И. Хирургическое лечение рецидивирующей массивной тромбоэмболии легочных артерий: показания и результаты. *Флебология*. 2011; 5 (1): 41–5.  
[Medvedev A.P., Nemirova S.V., Pichugin V.V., Kudykin M.N., Deryabin R.A. Surgical treatment of recurrent massive pulmonary embolism: indications and results. *Journal of Venous Disorders*. 2011; 5 (1): 41–5 (in Russ.).]



5. Sista A.K., Kuo W.T., Schiebler M., Madoff D.C. Stratification, imaging, and management of acute massive and submassive pulmonary embolism. *Radiology*. 2017; 284 (1): 5–24. DOI: 10.1148/radiol.2017151978
6. Liu M., Guo X., Zhu L., Zhang H., Hou Q., Guo Y. et al. Computed tomographic pulmonary angiographic findings can predict short-term mortality of saddle pulmonary embolism: a retrospective multicenter study. *J. Comp. Ass. Tomogr.* 2016; 40 (3): 327–34. DOI: 10.1097/RCT.0000000000000373
7. Jimenez D., Aujesky D., Moores L. Simplification of the pulmonary embolism severity index for prognostication in patients with acute symptomatic pulmonary embolism. *Arch. Intern. Med.* 2010; 170 (15): 1383–9. DOI: 10.1001/archinternmed.2010.199
8. Mean M., Tritschler T., Limacher A., Breault S., Rodondi N., Aujesky D., Qanadli S.D. Association between computed tomography obstruction index and mortality in elderly patients with acute pulmonary embolism: a prospective validation study. *PLoS ONE*. 2017; 12 (6). DOI: 10.1371/journal.pone.0179224
9. Lishmanov J.B., Pan'kova A.N., Zavadovsky K.V. To the question about the causes of dissociation between the level of arterial thromboembolism of the pulmonary bed and the degree of right ventricular dysfunction. *Russ. Cardiol. J.* 2012; 3: 28–32.
10. Рудик Н.В., Мягков А.П., Мягков С.А., Семенцова А.С., Наконечный С.Ю. Возможности компьютерно-томографической ангиопульмонографии в диагностике тромбоэмболии легочной артерии. *Сучасні медичні технології*. 2014; 2: 116–21.  
[Rudik N.V., Myagkov A.P., Myagkov S.A., Sementsova A.S., Nakonechnyy S.Yu. The possibilities of computed tomography in the diagnosis of angiopulmonography pulmonary embolism. *Modern Medical Technology*. 2014; 2: 116–21 (in Russ.).]
11. Miller G. The diagnosis and management of massive pulmonary embolism. *Brit. J. Surg.* 1972; 59 (10): 837–9. DOI: 10.1002/bjs.1800591025
12. Yoshimi S., Tanabe N., Masuda M., Sakao S., Uruma T., Shimizu H. et al. Survival and quality of life for patients with peripheral type chronic thromboembolic pulmonary hypertension. *Circ. J.* 2008; 72 (6): 958–65.
13. Савельев В.С., Яблоков К.Г., Кириенко Е.Г. Легочная эмболия. М.: Медицина; 1979: 264.  
[Savel'ev V.S., Yablokov K.G., Kirienko E.G. Pulmonary embolism. Moscow: Meditsina; 1979: 264 (in Russ.).]
14. Трофимова Т.Н., Халиков А.Д., Карпенко А.К. Лучевая анатомия человека: Практическое руководство для врачей. СПб: Издательский дом СПбМАПО. 2005.  
[Trofimova T.N., Khalikov A.D., Karpenko A.K. Radiation anatomy: Guide for physicians. St. Petersburg; 2005 (in Russ.).]
15. Синельников Р.Д. Атлас анатомии человека. М.: Медицина; 1996; 2: 157–60.  
[Sinelnikov R.D. Atlas of human anatomy. Moscow: Meditsina; 1996; 2: 157–60 (in Russ.).]

## Сведения об авторах | Information about the authors

**Трофимова Татьяна Николаевна**, д. м. н., профессор кафедры рентгенологии и радиологии, ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Минздрава России

**Сухова Марина Борисовна\***, к. м. н., заведующая рентгено-диагностическим отделением, ГБУЗ НО «Специализированная кардиохирургическая клиническая больница имени академика Б.А. Королева»; orcid.org/0000-0002-0504-1421

E-mail: skkb@list.ru

**Tat'yana N. Trofimova**, Dr. Med. Sc., Professor of Radiology Chair, Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation

**Marina B. Sukhova\***, Cand. Med. Sc., Head of Department of Radiological Diagnostics, Korolev Specialized Cardiosurgical Clinical Hospital; orcid.org/0000-0002-0504-1421

E-mail: skkb@list.ru