

# РЕТРОГРАДНАЯ ПЕРФУЗИЯ ЛЕГОЧНОЙ АРТЕРИИ В КОМПЛЕКСЕ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ТРОМБОЭМБОЛИИ ЛЕГОЧНОЙ АРТЕРИИ

Сергей Андреевич Федоров<sup>1✉</sup>, Владимир Викторович Пичугин<sup>2</sup>,  
Владимир Александрович Чигинев<sup>3</sup>, Алишер Багиевич Гамзаев<sup>4</sup>,  
Сергей Александрович Журко<sup>5</sup>, Андрей Николаевич Молчанов<sup>6</sup>,  
Алексей Станиславович Мухин<sup>7</sup>, Степан Евгеньевич Домнин<sup>8</sup>,  
Леонид Николаевич Иванов<sup>9</sup>

<sup>1, 2, 3, 4, 5, 8, 9</sup> Специализированная кардиохирургическая клиническая больница  
им. академика Б. А. Королева, Нижний Новгород, Россия

<sup>1, 2, 3, 4, 7, 9</sup> Приволжский исследовательский медицинский университет  
Минздрава России, Нижний Новгород, Россия

<sup>6</sup> Сургутский государственный университет, Сургут, Россия

<sup>1</sup> sergfedorov1991@yandex.ru<sup>✉</sup>, <http://orcid.org/0000-0002-5930-3941>

<sup>2</sup> pichugin.vldmr@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-7724-0123>

<sup>3</sup> chiginevvladimir@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0001-8977-1968>

<sup>4</sup> a.gamzaev@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0001-7617-9578>

<sup>5</sup> zhurkoser@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-5222-1329>

<sup>6</sup> amolchanov432@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-7656-891X>

<sup>7</sup> prof.mukhin@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-2336-8900>

<sup>8</sup> stepan.domnin@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0002-7146-5927>

<sup>9</sup> vascular54@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-7724-3225>

**Аннотация.** Цель – провести анализ результатов выполнения ретроградной перфузии легочной артерии во время проведения открытой тромбоэмболэктомии из легочной артерии в группе пациентов высокого и промежуточно-высокого риска. **Материалы и методы.** Представлен опыт проведения ретроградной перфузии легочной артерии у 10 пациентов после выполнения этапа эмболэктомии легочной артерии, приведено описание технического оснащения операции с использованием одноразовой системы доставки фармако-холодовой кардиоплегии и двух насосов аппарата искусственного кровообращения для непрерывного забора перфузата из резервуара оксигенатора и забора используемого комбинированного протективного раствора (800 мл физиологического раствора, 100 мл 15 %-го раствора маннитола, 400 мл актовегина, 12–16 мл дексаметазона), приготовление которого осуществлялось параллельно основному этапу операции. Раствор смешивали с кровяным перфузатом в соотношении 3:1 для нагнетания полученной смеси на протяжении 4 мин под давлением 15–20 мм рт. ст. в устья легочных вен путем их изолированной канюляции интубационной трубкой 6–6,5 см, предварительно соединенной с системой для ретроградной перфузии. **Результаты.** Несмотря на исходную тяжесть состояния пациентов и объем выполняемого оперативного вмешательства, показатель госпитальной выживаемости составил 100 %. Предложенная методика продемонстрировала прекрасные клинические и гемодинамические результаты без специфических осложнений и отягощения протекания интраоперационного и раннего послеоперационного периода.

**Ключевые слова:** тромбоэмболия легочной артерии, ретроградная перфузия легочной артерии

**Шифр специальности:** 3.1.9. Хирургия.

**Для цитирования:** Федоров С. А., Пичугин В. В., Чигинев В. А., Гамзаев А. Б., Журко С. А., Молчанов А. Н., Мухин А. С., Домнин С. Е., Иванов Л. Н. Ретроградная перфузия легочной артерии в комплексе хирургического лечения тромбоэмболии легочной артерии // Вестник СурГУ. Медицина. 2022. № 2 (52). С. 45–52. DOI 10.34822/2304-9448-2022-2-45-52.

## ВВЕДЕНИЕ

Тромбоэмболия легочной артерии (ТЭЛА) на протяжении многих лет признается одним из наиболее распространенных и опасных сердечно-сосудистых заболеваний, диагностируемых в 0,5–2 случаях, а среди лиц старше 75 лет – в 10 случаях на 1 тысячу человек в год [1]. В индустриально развитых странах ТЭЛА

занимает третье место по частоте развития внезапной сердечной смерти (ВСС), уступая лишь ишемической болезни сердца (ИБС) и инсульту. А если учесть количество бессимптомных форм, диагностированных на секционном материале, истинная частота ТЭЛА увеличивается в 3–4 раза [2]. Так, во Франции регистрирует-

ся до 100 000 случаев ТЭЛА в год, в Англии и Шотландии с ТЭЛА в многопрофильные стационары госпитализируется до 65 000, а в Италии – до 60 000 пациентов ежегодно [3]. В США за год выявляют до 65 000 больных с ТЭЛА и около 99 000 пациентов с рецидивами этого заболевания. Сложность составления достоверной эпидемиологической картины заболевания связана не только с наличием асимптомной и неverified формы ТЭЛА, но и с формированием посттромбоэмболической легочной гипертензии, возникающей после исчезновения симптомов острой окклюзии легочных артерий (ЛА), наблюдаемой у 0,01 % исследуемых больных [4]. Подобная эпидемиологическая ситуация имеет вполне объяснимые физиологические механизмы. С одной стороны, физиологический аутолизис или последствия от проведенного тромболизиса приводят к фрагментации крупных тромбоэмбо-

лических агентов и последующей микроэмболизации периферического легочного артериального русла, с другой – сохраняющиеся микроэмболы вступают во взаимодействие с эндотелиальной выстилкой микроциркуляторного русла, что определяет рефлекторный спазм последнего и инициирует процессы вторичного тромбообразования [5]. На фоне терапии у большинства пациентов происходит снижение давления в ЛА и постнагрузка на правый желудочек с клиническим улучшением, однако почти у четверти таких больных через 3–4 месяца после первичного эпизода ТЭЛА при скинтиграфии легких выявляется стойкое нарушение перфузии [6].

Летальность в группе пациентов с ТЭЛА высоко-го и промежуточно-высокого риска составляет около 70 %, тогда как при использовании активного хирургического подхода не превышает и 10–15 % [7]. Несмо-

Original article

## RETROGRADE PERFUSION OF THE PULMONARY ARTERY IN THE COMPREHENSIVE SURGICAL TREATMENT OF PULMONARY EMBOLISM

Sergey A. Fedorov<sup>1</sup>, Vladimir V. Pichugin<sup>2</sup>, Vladimir A. Chiginev<sup>3</sup>,  
Alisher B. Gamzaev<sup>4</sup>, Sergey A. Zhurko<sup>5</sup>, Andrey N. Molchanov<sup>6</sup>,  
Aleksey S. Mukhin<sup>7</sup>, Stepan E. Domnin<sup>8</sup>, Leonid N. Ivanov<sup>9</sup>

<sup>1,2,3,4,5,8,9</sup>Academician B. A. Korolev Clinical Hospital for Cardiac Surgery, Nizhny Novgorod, Russia

<sup>1,2,3,4,7,9</sup>Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russia

<sup>6</sup>Surgut State University, Surgut, Russia

<sup>1</sup>sergfeodorov1991@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0002-5930-3941>

<sup>2</sup>pichugin.vldmr@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-7724-0123>

<sup>3</sup>chiginevvladimir@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0001-8977-1968>

<sup>4</sup>a.gamzaev@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0001-7617-9578>

<sup>5</sup>zhurkoser@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-5222-1329>

<sup>6</sup>amolchanov432@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-7656-891X>

<sup>7</sup>prof.mukhin@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-2336-8900>

<sup>8</sup>stepan.domnin@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0002-7146-5927>

<sup>9</sup>vascular54@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-7724-3225>

**Abstract. The study aims** to analyze the results of retrograde perfusion of the pulmonary artery during open pulmonary thromboembolectomy in a group of patients with high and intermediate-high risk. **Materials and methods.** The study presents the practice of performing retrograde pulmonary artery perfusion following pulmonary embolectomy on 10 patients. The study describes technical equipment for surgery, which included a single-use system for injecting cold cardioplegia solution and two pumps of a heart-lung machine. The equipment was used for continuous intake of perfusate from the oxygenator tank and for intake of used combined protective solution, which was mixed during the surgery. The solution contained 800 ml of saline solution, 100 ml of 15 % mannitol solution, 400 ml of actovegin, as well as 12–16 ml of dexamethasone and was mixed with the blood perfusate at the ratio 3:1. It was injected into the pulmonary vein ostia under a pressure of 15–20 mm Hg via its isolated cannulation with a 6–6.5 cm endotracheal tube, preliminarily connected with the system for retrograde perfusion. The injection was carried out for 4 minutes. **Results.** Despite the initial severity of the patients' condition, as well as the amount of surgical intervention performed, the hospital survival rate was 100 %. The proposed technique has demonstrated excellent clinical and hemodynamic results, neither specific complications nor aggravation of the course of the intraoperative and early postoperative periods.

**Keywords:** pulmonary embolism, retrograde perfusion of pulmonary artery

**Code:** 3.1.9. Surgery.

**For citation:** Fedorov S. A., Pichugin V. V., Chiginev V. A., Gamzaev A. B., Zhurko S. A., Molchanov A. N., Mukhin A. S., Domnin S. E., Ivanov L. N. Retrograde Perfusion of the Pulmonary Artery in the Comprehensive Surgical Treatment of Pulmonary Embolism // Vestnik SirGU. Medicina. 2022. No. 2 (52). P. 45–52. DOI 10.34822/2304-9448-2022-2-45-52.

тря на достигнутые результаты лечения, выполнение открытых оперативных вмешательств не получило широкого распространения в связи большой частотой развития интра- и послеоперационных осложнений. «Золотым стандартом» восстановления кровотока в ЛА в настоящее время является тромболитическая терапия (ТЛТ) [2]. Однако невозможность проведения ТЛТ или ее неэффективность смещают чашу весов в сторону выполнения открытого оперативного вмешательства, что согласуется и с действующими клиническими рекомендациями. Кроме того, накопление опыта проведения ТЛТ показало наличие противоречивых результатов, отражающих процентное соотношение развивающихся осложнений. Так, результаты исследования MAPPET (Management Strategies and Prognosis in Patients with Pulmonary Embolism) продемонстрировали, что более 40 % пациентов, подвергшихся ТЛТ по поводу ТЭЛА, имели хотя бы одно относительное противопоказание к ее проведению, а в трети случаев противопоказания были абсолютные, что нашло отражение в результатах лечения [8]. В дальнейшем данные регистра ICOPER (International Cooperative Pulmonary Embolism Registr) продемонстрировали развитие больших кровотечений у 21,7 % исследуемых, и внутримозговых – у 3 % [9]. Подобная тенденция возродила интерес к выполнению хирургического способа лечения [4]. При этом отсутствие крупных многоцентровых исследований, посвященных комплексной оценке хирургического вмешательства при ТЭЛА, а также неудовлетворительные результаты имеющихся единичных публикаций оставляют большое количество нерешенных вопросов, активность дискуссий по которым уступает лишь вопросам первичной верификации в группе ургентных пациентов [7]. Все вышеперечисленное побуждает интерес исследователей к модификации как показаний к выполнению открытого оперативного вмешательства, так и его техники.

**Цель** – провести анализ результатов выполнения ретроградной перфузии легочной артерии во время проведения открытой тромбоэмбоэктомии из легочной артерии в группе пациентов высокого и промежуточно-высокого риска.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Представлен опыт выполнения ретроградной перфузии ЛА в группе пациентов, оперированных на базе ГБУЗ НО «Специализированной кардиохирургической клинической больницы им. акад. Б. А. Королева» (СККБ) Минздрава России по поводу массивной ТЭЛА высокого и промежуточно-высокого риска.

Исследование выполнено в соответствии со стандартами надлежащей клинической практики (Good Clinical Practice) и принципами Хельсинской декларации. Перед началом исследования у всех пациентов было получено письменное информированное согласие, исследование одобрено локальным этическим комитетом СККБ.

Статистическая обработка изучаемого материала проводилась с применением пакета лицензионных

программ Statistica 10.0. Принимая во внимание малочисленность группы больных, включенных в исследование, а также их несоответствие критериям нормального распределения, для обработки данных были использованы методы непараметрического статистического анализа. Количественные признаки представлены в работе в виде Me (1Q; 3Q), где Me – медиана, 1Q, 3Q – первый и третий квартили соответственно. Также в ряде случаев указаны минимальные и максимальные значения исследуемого признака. Статистическая значимость отличий для количественных данных оценивалась по критерию Манна – Уитни. Полученный результат считался статистически значимым при  $p < 0,05$ . При оценке тяжести состояния и степени риска развития ТЭЛА использованы общепризнанные классификации в соответствии с действующими клиническими рекомендациями.

В группу исследования включены 10 пациентов, в т. ч. 6 женщин, в возрасте от 32 до 68 лет, средний возраст – 51 год (45; 56). Следует отметить, что все исследуемые были госпитализированы в клинику в тяжелом состоянии в срок от 8 до 125 ч от эпизода тромбоэмболии, в среднем – через 15,5 ч (11; 24). Подобный временной разброс объясняется трудностями первичной верификации ТЭЛА, а в ряде случаев – ложной диагностикой острого коронарного синдрома. При поступлении в стационар пациентам проведено комплексное лабораторное и инструментальное обследование для определения характера и степени тяжести конкурентной патологии, выраженности правожелудочковой недостаточности, характера легочной гипертензии, оценки рисков рецидива ТЭЛА. По результатам лабораторных методов дообследования у всех больных были отмечены признаки полиорганной недостаточности и высокие уровни: креатинина – 134 ммоль/л (112; 165) – у 4 пациентов; печеночной трансаминазы – 45 ЕД/л (34; 55) – у 6 пациентов; глюкозы крови – 5,41 ммоль/л (4,7; 6,8) – и анемии умеренной степени тяжести – 99,5 г/л (94; 110) – у 3 пациентов. Во всех случаях тест на D-димер оказался положительным и составил в среднем 1,9  $\mu\text{g/ml}$  (1,2; 2,15). Согласно ретроспективному анализу входящей медицинской документации установлено, что пациенты относились к группе высокого и промежуточно-высокого риска в соответствии с классификацией Европейского кардиологического сообщества, а также имели крайне высокую вероятность развития ТЭЛА по шкалам Wells и Geneva. Кроме того, все пациенты относились к IV и V классам риска 30-дневной летальности по стратификационной шкале PESI (The Pulmonary Embolism Severity Index) со средним баллом 129 (110; 143).

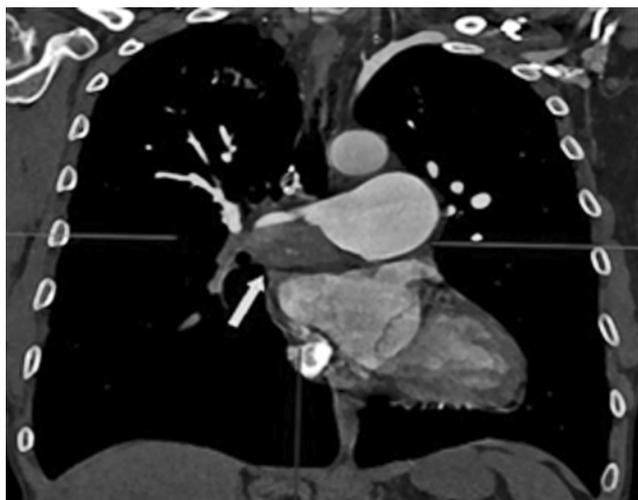
Все пациенты имели высокий морбидный статус, определяемый как тяжестью основной патологии, так и характером сопутствующих заболеваний (табл. 1). На момент поступления в приемный покой пациентам проводилась комплексная кардиопротективная респираторная терапия, направленная на стабилизацию общеклинического состояния.

Структура сопутствующих заболеваний

Наименование заболевания	Количество пациентов с заболеванием, n (%)
Тромбоз глубоких вен	10 (100)
Артериальная гипертензия	7 (70)
Ожирение III степени и выше	6 (60)
Сахарный диабет	5 (50)
Уточненная онкопатология	3 (30)
Хроническая обструктивная болезнь легких	3 (30)
Недавнее оперативное вмешательство	2 (20)
Облитерирующий атеросклероз	2 (20)

Для определения характера поражения легочного артериального русла использованы результаты магнитной компьютерной ангиографии с электрокардиографической синхронизацией и болюсным контраст-

ным усилением. Следует отметить, что во всех случаях была диагностирована центральная форма ТЭЛА с локализацией тромбоэмболов в стволе и бифуркации долевых ветвей ЛА (рис.1 А, Б, В)



1А



1Б

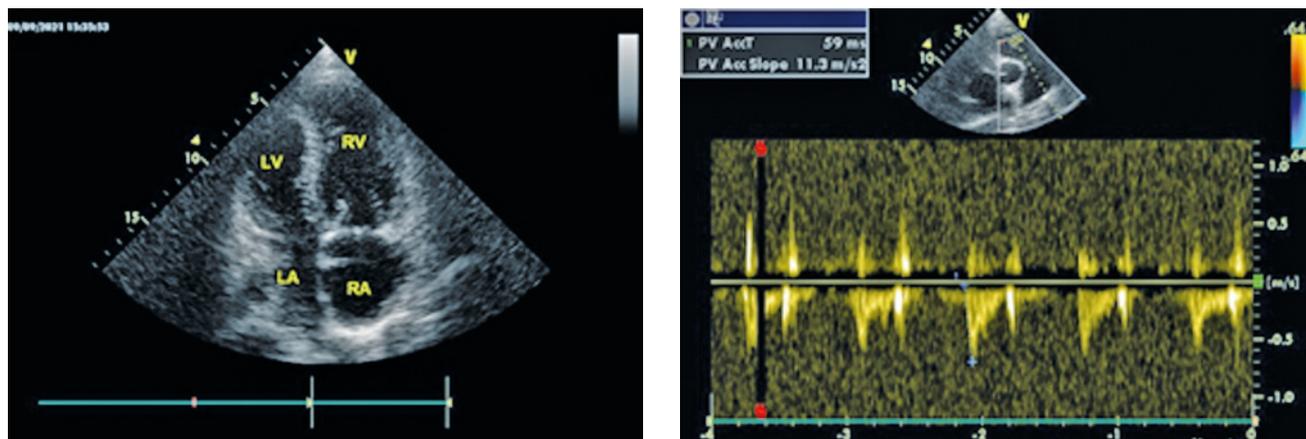


1В

Рис. 1. Фрагменты мультиспиральной компьютерной ангиопульмотомографии в проекциях максимальной интенсивности реконструкции: 1А – корональной; 1Б – аксиальной; 1В – сагиттальной

Примечание: видны дефекты наполнения просвета легочной артерии, связанные с массивными тромбоэмболами, локализованными в бифуркации ствола, а также его главных ветвей.

По результатам трансторакальной эхокардиографии (ЭхоКГ) во всех случаях наблюдались признаки острой систолической перегрузки правого желудочка с элементами дилатации и фиксировалась высокая легочная гипертензия с формированием обструктивного двухфазного кровотока в ЛА (рис. 2 А, Б). Пиковое давление в ЛА составило 57 мм рт. ст. (52; 68), среднее – 42,5 мм рт. ст. (38; 45).



А

Б

Рис. 2. Результаты трансторакальной эхокардиограммы: 2 А – признаки дилатации правых отделов сердца с явлениями парадоксального движения межжелудочковой перегородки; 2 Б – признаки высокой легочной гипертензии

Для скрининговой оценки рисков рецидива ТЭЛА, а также для определения показаний к ее хирургической профилактике всем пациентам проведено дуплексное сканирование вен нижних конечностей на этапе приемного покоя, по результатам которого у всех пациентов была верифицирована окклюзионная форма тромбоза глубоких вен нижних конечностей без признаков значимой флотации. Исследование периферического венозного русла, по нашему мнению, является обязательным компонентом предоперационного дообследования, позволяющим определиться с объемом выполняемого оперативного вмешательства. После завершения минимума предоперационных дообследований пациентов незамедлительно переводили в операционный блок.

В качестве хирургического доступа во всех случаях выполнялась срединная стернотомия с последующей Т-образной перикардотомией. Далее подключали аппарат искусственного кровообращения (ИК) путем канюляции восходящего отдела аорты и селективной катетеризации устьев обеих полых вен канюлями 32F и 36F соответственно. Основной

этап оперативного вмешательства (период ИК) осуществляли при помощи аппарата Jostra HL20 Maquet. Объем первичного заполнения контура составлял 1 400–1 500 мл в зависимости от массы тела больного (контрольный расчетный показатель гематокрита в диапазоне 25–28 %).

При выходе аппарата ИК на расчетную производительность пережимали аорту и проводили антеградное введение кардиоплегического раствора «Консол». После полной электромеханической остановки сердца осуществляли вскрытие ствола ЛА, начиная дистальнее клапана ЛА и в направлении его главной левой легочной ветви (рис. 3).

Для оценки состояния сегментарных и субсегментарных ветвей ЛА производили выделение и вскрытие трифуркации ее правой ветви, а также продолжение исходного разреза на бифуркацию ствола левой ветви. Под прямым оптическим контролем выполняли тромбэмболектомию из ствола, главных и долевых ветвей ЛА при помощи набора прямых и изогнутых карнцангов, а у двух пациентов – с использованием катетера Фогарти 2F–4F (рис. 4).

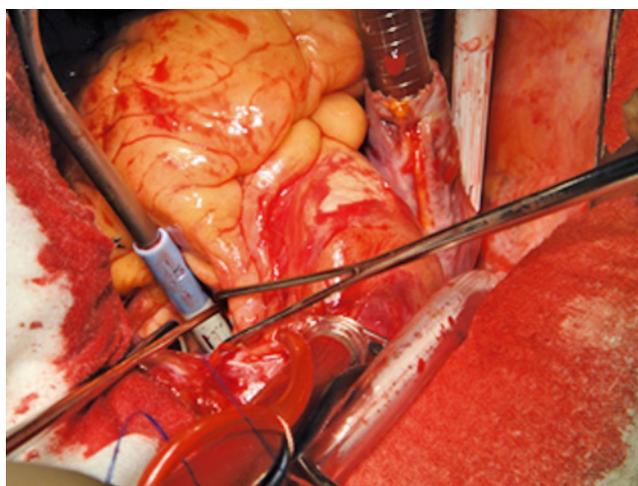


Рис. 3. Артериотомия легочной артерии



Рис. 4. Фрагменты удаленных тромбэмболов

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

После окончания этапа тромбоземболэктомии приступали к проведению ретроградной перфузии ЛА. Для экспозиции устьев легочных вен было выполнено последовательное вскрытие свободной стенки правого предсердия и межпредсердной перегородки. Для технического оснащения операций была использована одноразовая система доставки фармако-холодовой кардиopleгии и два насоса аппарата ИК: первый – для непрерывного забора перфузата из резервуара оксигенатора, второй – для забора используемого комбинированного раствора, который приготавливали одновременно с основным этапом операции (800 мл физиологического р-ра, 100 мл 15 %-го р-ра маннитола, 400 мл актовегина, 12–16 мл дексаметазона). Раствор смешивали с кровавым перфузатом в соотношении 3:1 и полученную смесь нагнетали на протяжении 4 мин под давлением 15–20 мм рт. ст. в устья легочных вен путем их изолированной канюляции интубационной трубкой 6–6,5 см, предварительно соединенной с системой для ретроградной перфузии. На фоне проведения ретроградной перфузии происходило вымывание периферических тромбоземболических масс, эвакуируемых из просвета артериотомного доступа посредством непрерывной вакуумной аспирации. Визуальная оценка изливающегося ретроградного перфузата, а также временной интервал ретроградной перфузии определяли момент ушивания ЛА на высоте заполнения ее просвета для профилактики воздушной эмболии. Герметизация ЛА служила сигналом к окончанию процедуры ретроградной перфузии, деканюляции легочных вен, ушиванию межпредсердной перегородки и свободной стенки правого предсердия. После окончания основного этапа операции проводилась деканюляция аорты и полых вен, герметизация ран сердца, а также восстановление целостности каркаса грудной клетки с помощью проволочных серкляжей. К моменту наложения кожных швов во всех случаях отмечалось появление электрической активности головного мозга: биспектральный индекс (BIS) составлял 17, средний показатель кровопотери – 324 мл (310; 336).

После завершения оперативного вмешательства пациентов переводили в отделение реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ), где они получали расширенный курс консервативной терапии: антибиотикотерапию, антикоагулянтную, инфузионную, кардиопротективную терапию, а также терапию, направленную на восстановление кислотно-основного равновесия организма. С целью купирования остаточных явлений острой правожелудочковой недостаточности пациентам проводилась двухкомпонентная инотропная стимуляция миокарда: максимальная доза нордреналина 0,105 мкг/кг/мин (0,05; 0,175) длительностью до 16,5 ч (11; 19); максимальная доза адреналина 0,08 мкг/кг/мин (0,05; 0,105) длительностью до 10,5 ч (9; 14). Несмотря на исходную степень дыхательных нарушений, а также длительность ИК, не было выявлено ни одного эпизода неврологических нарушений, все пациенты продемонстрировали признаки адекватного пробуждения в срок от 5 до 9 ч после операции. Среднее время искусственной вентиляции легких (ИВЛ) составило 9,5 ч (8; 11,5). Кроме вполне прогнозируемых явлений сердечно-сосудистой и дыхательной недостаточности, одним из грозных послеоперационных осложнений явился синдром полиорганной недостаточности с превалированием печеночно-почечной недостаточности, нивелируемый на момент перевода пациентов из ОРИТ. В последующем пациенты были переведены в условия кардиологического стационара, где завершили курс комплексной консервативной терапии. Показатель госпитальной выживаемости составил 100 %. При оценке объективного статуса пациентов отмечалось повышение толерантности к физическим нагрузкам, нивелирование явлений застоя по обоим кругам кровообращения, что гармонично согласовывалось с субъективным улучшением общесоматического статуса.

Для оценки гемодинамической эффективности от проведенного оперативного вмешательства ориентировались на данные трансторакальной ЭхоКГ (табл. 2).

Таблица 2

Параметры трансторакальной эхокардиографии

Показатель	До операции Me (1Q; 3Q) n = 10	После операции Me (1Q; 3Q) n = 10	p-value
Правое предсердие (мм)	52 (50; 55)	41 (38; 44)	0,00019
Правый желудочек (мм)	61 (56; 65)	46,5(43; 50)	0,00014
Среднее давление в легочной артерии (мм рт. ст.)	42,5 (38; 45)	21,5 (19; 24)	0,0009
Пиковое давление в легочной артерии (мм рт. ст.)	57 (52; 68)	33 (30; 35)	0,00009

Уже к моменту окончания госпитального этапа наблюдения отмечены статистически достоверные признаки обратного ремоделирования правых камер сердца, восстановление их нормальной кинетики, а также снижение давления в ЛА. Описываемая ретроградная перфузия ЛА была проведена впервые и в статусе «освоение методики», тем не менее технических интраоперационных трудностей, а также развития специфических послеоперационных осложнений отмечено не было.

Несмотря на всестороннее изучение вопроса венозных тромбоземболических осложнений, в частности ТЭЛА, многие аспекты, касающиеся ранней диагностики, а также предпочтительности выбора способа реперфузии легочного артериального русла, неоднозначны и требуют дальнейшего изучения [2]. Первый неутешительный опыт хирургического лечения ТЭЛА, как и головокружительные результаты использования ТЛТ определили место последней в качестве «золотого стандарта» лечения [1]. Однако накопление опыта

хирургического лечения, модификация оперативного и анестезиолого-перфузиологического пособий способствовали развитию хирургического направления, определив при этом повышение показателей выживаемости. Так, первая попытка хирургического лечения ТЭЛА была предложена еще Ф. Тренделенбургом в 1908 г. и в последующем реализована М. Киршнером в 1924 г. [7]. Отсутствие хирургического опыта, слаженного командного подхода, а также слабое материально-техническое оснащение обусловили неутешительные результаты проводимых оперативных вмешательств и необходимость поиска новых путей решения. В настоящее время имеется несколько методик хирургического лечения острой ТЭЛА, однако наибольшее распространение получил способ D. Cooley, описанный автором еще в 1961 г. [4]. Несмотря на техническую воспроизводимость, методика не лишена недостатков, в частности в вопросах радикальности проводимого вмешательства. Так, классическая эмболэктомия из ЛА не позволяет удалить микроэмболы, локализованные в дистальных отделах микроциркуляторного русла. Кроме того, сам момент эмболэктомии может приводить к неконтролируемой фрагментации тромбоэмболического субстрата и микроэмболизации дистального легочного артериального бассейна. Подобные технические погрешности ведут к перфузионным нарушениям значительного объема паренхимы легкого, что во многом обуславливает сохранение или прогрессирование дыхательной недостаточности в послеоперационном периоде, а также развитие хронической постэмболической легочной гипертензии. Кроме того, осуществление основного этапа операции сопряжено с проникновением воздуха в просвет ЛА и возможным развитием воздушной эмболии после восстановления кровотока в малом круге кровообращения. Подобные патофизиологические механизмы инициируют травматизацию мембран альвеолоцитов, что приводит к развитию ряда респираторных расстройств и во многом предопределяет длительность ИВЛ, а также показатели летальности в такой группе больных [10]. Попытки механической эвакуации тромбоэмболических масс из периферических отделов легочного артериального русла при помощи компрес-

сии паренхимы легких, а также использование ретроградной тромбэктомии катетером Фогарти существенно повышают риски повреждения эндотелиальной выстилки, характеризуемой развитием массивного легочного кровотечения. Таким образом, использование методики ретроградной перфузии ЛА позволяет нивелировать возможные гемодинамические нарушения в системе микроциркуляторного легочного русла и одновременно выполнять оперативное вмешательство, соответствующее критериям прецизионности и радикальности. Отсутствие специфических осложнений и техническая простота исполнения свидетельствуют о ее хорошей воспроизводимости и эффективности в плане профилактики воздушной эмболии и развития резидуальной легочной гипертензии [1, 5]. Важно отметить, что целесообразность выполнения пассивного вымывания микроэмболического субстрата из периферических отделов артериального русла следует определять исходя из временного интервала, прошедшего от момента эпизода ТЭЛА. По имеющимся данным, лучшие показатели достигаются в сроки проведения до 3 суток с учетом патофизиологических механизмов ретракции периферических тромбоэмболов и их фиксации к поверхности эндотелия.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ретроградная перфузия легочной артерии является весьма обнадеживающей и перспективной методикой, обеспечивающей эффективное и безопасное удаление мелких тромбоэмболов из периферических отделов легочного артериального русла, а также предупреждающей развитие резидуальной легочной гипертензии вследствие развивающейся интраоперационной воздушной эмболии.

Техническая простота исполнения, а также отсутствие потребности в дорогостоящих расходных материалах определяют высокую воспроизводимость методики.

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

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

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Goldhaber S. Z. Venous Thromboembolism in Heart Failure Patients: Pathophysiology, Predictability, Prevention // *J Am Coll Cardiol*. 2020. Vol. 75, Is. 2. P. 159–162.
2. Claeys M. J., Vandekerckhove Y., Cosyns B., Van de Borne P., Lancellotti P. Summary of 2019 ESC Guidelines on Chronic Coronary Syndromes, Acute Pulmonary Embolism, Supraventricular Tachycardia and Dislipidaemias // *Acta Cardiol*. 2021. Vol. 76, Is. 1. P. 1–8. DOI 10.1080/00015385.2019.1699282.
3. Patel J. J., Bergl P. A. Illuminating Gestalt in Diagnosing Acute Pulmonary Embolism // *Am J Med*. 2020. Vol. 133, Is. 2. P. e62–e63. DOI 10.1016/j.amjmed.2019.08.016.
4. Gregson J., Kaptoge S., Bolton T. et. al. Cardiovascular Risk Factors Associated with Venous Thromboembolism // *JAMA Cardiol*. 2019. Vol. 4, Is. 2. P. 163–173. DOI 10.1001/jamacardio.2018.4537.
5. Медведев А. П., Федоров С. А., Трофимов Н. А., Целоусова Л. М. Ошибки диагностики и лечения тромбоэмболии легочной артерии // *Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия*. 2021. Т. 14, № 1. С. 54–59. DOI 10.17116/kardio20211401154.

#### REFERENCES

1. Goldhaber S. Z. Venous Thromboembolism in Heart Failure Patients: Pathophysiology, Predictability, Prevention // *J Am Coll Cardiol*. 2020. Vol. 75, Is. 2. P. 159–162.
2. Claeys M. J., Vandekerckhove Y., Cosyns B., Van de Borne P., Lancellotti P. Summary of 2019 ESC Guidelines on Chronic Coronary Syndromes, Acute Pulmonary Embolism, Supraventricular Tachycardia and Dislipidaemias // *Acta Cardiol*. 2021. Vol. 76, Is. 1. P. 1–8. DOI 10.1080/00015385.2019.1699282.
3. Patel J. J., Bergl P. A. Illuminating Gestalt in Diagnosing Acute Pulmonary Embolism // *Am J Med*. 2020. Vol. 133, Is. 2. P. e62–e63. DOI 10.1016/j.amjmed.2019.08.016.
4. Gregson J., Kaptoge S., Bolton T. et. al. Cardiovascular Risk Factors Associated with Venous Thromboembolism // *JAMA Cardiol*. 2019. Vol. 4, Is. 2. P. 163–173. DOI 10.1001/jamacardio.2018.4537.
5. Medvedev A. P., Fedorov S. A., Trofimov N. A., Tselousova L. M. Errors in Diagnosis and Treatment of Pulmonary Embolism // *Russian Journal of Cardiology and Cardiovascular Surgery*. 2021. Vol. 14, No. 1. P. 54–59. DOI 10.17116/kardio20211401154. (In Russian).

6. Федоров С. А., Медведев А. П., Пичугин В. В. и др. Хирургическое лечение тромбоэмболии легочной артерии на фоне сердечно-легочной реанимации // *Флебология*. 2021. Т. 15, № 3. С. 162–169.
7. Piazza G. J. Advanced Management of Intermediate- and High-Risk Pulmonary Embolism: JACC Focus Seminar // *Am Coll Cardiol*. 2020. Vol. 76, Is. 18. P. 2117–2127. DOI 10.1016/j.jacc.2020.05.028.
8. Azari A., Beheshti A. T., Moravvej Z., Bigdelu L., Salehi M. Surgical Embolectomy versus Thrombolytic Therapy in the Management of Acute Massive Pulmonary Embolism: Short and Long-Term Prognosis // *Heart Lung*. 2015. Vol 44, Is. 4. P. 335–359. DOI 10.1016/j.hrtlng.2015.04.008.
9. Goldhaber S. Z., Visani L., De Rosa M. Acute Pulmonary Embolism: Clinical Outcomes in the International Cooperative Pulmonary Embolism Registry (ICOPER) // *Lancet*. 1999. Vol. 353, Is. 9162. P. 1386–1389. DOI 10.1016/s0140-6736(98)07534-5.
10. Tian R., Gao J., Chen A. et al. Silent Pulmonary Thromboembolism in Neurosurgery Patients // *Medicine (Baltimore)*. 2016. Vol. 95, Is. 33. P. e4589. DOI 10.1097/MD.0000000000004589.

**ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ**

- С. А. Федоров** – кандидат медицинских наук, сердечно-сосудистый хирург.  
**В. В. Пичугин** – доктор медицинских наук, профессор, врач – анестезиолог-реаниматолог.  
**В. А. Чигинев** – доктор медицинских наук, сердечно-сосудистый хирург.  
**А. Б. Гамзаев** – доктор медицинских наук, сердечно-сосудистый хирург.  
**С. А. Журко** – кандидат медицинских наук, сердечно-сосудистый хирург.  
**А. Н. Молчанов** – доктор медицинских наук, доцент, сердечно-сосудистый хирург.  
**А. С. Мухин** – доктор медицинских наук, профессор.  
**С. Е. Домнин** – кандидат медицинских наук, врач – анестезиолог-реаниматолог.  
**Л. Н. Иванов** – доктор медицинских наук, профессор, сердечно-сосудистый хирург.

**INFORMATION ABOUT THE AUTHORS**

- S. A. Fedorov** – Candidate of Sciences (Medicine), Cardiovascular Surgeon.  
**V. V. Pichugin** – Doctor of Sciences (Medicine), Anesthesiologist-Reanimatologist.  
**V. A. Chiginev** – Doctor of Sciences (Medicine), Cardiovascular Surgeon.  
**A. B. Gamzaev** – Doctor of Sciences (Medicine), Cardiovascular Surgeon.  
**S. A. Zhurko** – Candidate of Sciences (Medicine), Cardiovascular Surgeon.  
**A. N. Molchanov** – Doctor of Sciences (Medicine), Associate Professor, Cardiovascular Surgeon.  
**A. S. Mukhin** – Doctor of Sciences (Medicine), Professor.  
**S. E. Domnin** – Candidate of Sciences (Medicine), Anesthesiologist-Reanimatologist.  
**L. N. Ivanov** – Doctor of Sciences (Medicine), Professor, Cardiovascular Surgeon.