

# Радиочастотная денервация ствола легочной артерии в модуляции легочной гипертензии при сердечно-сосудистой патологии. Экспериментальное исследование

**Ильин М.В.<sup>1</sup>, Москвичев Е.В.<sup>1,2</sup>, Козлов В.А.<sup>1</sup>, Драгунов А.Г.<sup>3</sup>,  
Драгунова М.В.<sup>4</sup>, Романов В.С.<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> Чувашский государственный университет, Чебоксары, Россия.

<sup>2</sup> Республиканский клинический онкологический диспансер, Чебоксары, Россия.

<sup>3</sup> ООО «Ангио Лаб» (инновационная медицинская компания), Чебоксары, Россия.

<sup>4</sup> Республиканский кардиологический диспансер, Чебоксары, Россия.

<sup>5</sup> Республиканское бюро судебно-медицинской экспертизы, Чебоксары, Россия.

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Ильин Михаил Владимирович\***, ст. преподаватель кафедры нормальной и топографической анатомии с оперативной хирургией, ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова», Чебоксары, Россия. ORCID: 0009-0009-3820-7166

**Москвичев Евгений Васильевич**, д-р мед. наук, профессор кафедры нормальной и топографической анатомии с оперативной хирургией, Чувашский государственный университет; заведующий патологоанатомическим отделением, Республиканский клинический онкологический диспансер, Чебоксары, Россия. ORCID: 0000-0002-2850-5487

**Козлов Вадим Авенирович**, д-р биолог. наук, канд. мед. наук, профессор кафедры медицинской биологии с курсом микробиологии и вирусологии, Чувашский государственный университет; ведущий научный сотрудник, Институт усовершенствования врачей, Чебоксары, Россия. ORCID: 0000-0001-7488-1240

**Драгунов Андрей Геннадьевич**, канд. мед. наук, генеральный директор, ООО «Ангио Лаб» (инновационная медицинская компания), Чебоксары, Россия. ORCID: 0000-0002-9949-2281

**Драгунова Марина Витальевна**, врач-кардиолог, Республиканский кардиологический диспансер, Чебоксары, Россия. ORCID: 0009-0000-3489-0169

**Романов Владимир Станиславович**, заведующий Чебоксарским межрайонным патологоанатомическим отделением № 1, Республиканское бюро судебно-медицинской экспертизы, Россия, Чебоксары. ORCID: 0009-0002-8117-7336

В последние годы радиочастотная абляция (РЧА) ствола лёгочной артерии (ЛА) стала успешно применяться

у пациентов с кардиальной патологией, осложненной выраженной легочной гипертензией (ЛГ), и продемон-

стрировала высокую эффективность в улучшении качества жизни и прогноза. Наряду с этим, дискутируется вопрос об объективизации механизмов действия РЧА ствола ЛА и ее гемодинамической/клинической эффективности, что послужило основанием для выполнения данного экспериментального исследования.

**Цель исследования** — обосновать эффективность применения РЧА ствола ЛА в снижении легочной гипертензии с помощью иммуногистохимической оценки полноты симпатической денервации путем определения маркера S-100 в условиях эксперимента.

**Материал и методы.** В исследовании использовано 30 лёгочных стволов людей, умерших от внесердечной патологии, в возрасте от 31 до 65 лет. Проведено иммуногистохимическое окрашивание к белку S-100.

**Результаты.** В срезах лёгочных стволов в участках, подвергнутых РЧА, нервные волокна на белок S-100 не окрашиваются, что является доказательством разрушения вегетативных нервных волокон лёгочного ствола.

**Заключение.** Иммуногистохимическое окрашивание на S-100 является состоятельным методом верифика-

ции необратимого термического повреждения вегетативных нервных волокон в стволе ЛА в результате проведения РЧА.

**Ключевые слова:** радиочастотная абляция, легочная гипертензия, вегетативные нервные волокна, легочный ствол, иммуногистохимия, S-100.

**Конфликт интересов:** не заявлен.

Поступила: 28.11.2025

Принята: 04.02.2026



**Для цитирования:** Ильин М.В., Москвичев Е.В., Козлов В.А. и др. Радиочастотная денервация ствола легочной артерии в модуляции легочной гипертензии при сердечно-сосудистой патологии (экспериментальное исследование). *Международный журнал сердца и сосудистых заболеваний.* 2026. 49(14):43-49. DOI: 10.24412/2311-1623-2026-49-43-49

## Radiofrequency denervation of the pulmonary artery trunk in the modulation of pulmonary hypertension in cardiovascular pathology. Experimental study

Ilyin M.V.<sup>1</sup>, Moskvichev E.V.<sup>1,2</sup>, Kozlov V.A.<sup>1</sup>, Dragunov A.G.<sup>3</sup>, Dragunova M.V.<sup>4</sup>, Romanov V.S.<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Chuvash State University, Cheboksary, Russia.

<sup>2</sup> Republican Clinical Oncology Dispensary, Cheboksary, Russia..

<sup>3</sup> "Angio Lab" LLC (innovative medical company), Cheboksary, Russia.

<sup>4</sup> Republican Cardiology Dispensary, Cheboksary, Russia.

<sup>5</sup> Republican Bureau of Forensic Medical Examination, Cheboksary, Russia.

### AUTHORS

**Mikhail V. Ilyin**, Senior Lecturer, Department of Normal and Topographic Anatomy with Operative Surgery, I.N. Ulyanov Chuvash State University, Cheboksary, Russia. ORCID: 0009-0009-3820-7166

**Evgeny V. Moskvichev**, MD, PhD, Professor, Department of Normal and Topographic Anatomy with Operative Surgery, Chuvash State University; Head of the Pathology Department, Republican Clinical Oncology Dispensary, Cheboksary, Russia. ORCID: 0000-0002-2850-5487

**Vadim A. Kozlov**, MD, PhD, Dr. in Biological Sciences, Professor, Department of Medical Biology with a Course in Microbiology and Virology, Chuvash State University; Leading Researcher, Institute for Advanced Medical Training, Cheboksary, Russia. ORCID: 0000-0001-7488-1240

**Andrey G. Dragunov**, MD, PhD, CEO, "Angio Lab" LLC (innovative medical company), Cheboksary, Russia. ORCID: 0000-0002-9949-2281

**Marina V. Dragunova**, Cardiologist, Republican Cardiology Dispensary, Cheboksary, Russia. ORCID: 0009-0000-3489-0169

**Vladimir S. Romanov**, Head of Cheboksary Interdistrict Pathology Department No. 1, Republican Bureau of Forensic Medical Examination, Cheboksary, Russia. ORCID: 0009-0002-8117-7336

In recent years, radiofrequency ablation (RFA) of the pulmonary artery (PA) trunk has been successfully applied in patients with cardiac pathology complicated by severe pulmonary hypertension (PH), demonstrating high effectiveness in improving quality of life and prognosis. At the same time, the question of objectifying the mechanisms

of action of PA trunk RFA and its hemodynamic/clinical efficacy remains under discussion, which served as the basis for this experimental study.

**The aim of the study** is to substantiate the effectiveness of PA trunk RFA in reducing pulmonary hypertension using immunohistochemical assessment of the com-

pletteness of sympathetic denervation by determining the S-100 marker under experimental conditions.

**Methods.** The study included 30 pulmonary artery trunks obtained from individuals who died of non-cardiac causes, aged 31 to 65 years. Immunohistochemical staining for the S-100 protein was performed.

**Results.** In sections of pulmonary artery trunks subjected to RFA, nerve fibers did not stain for S-100, which indicates the destruction of autonomic nerve fibers in the pulmonary trunk.

**Conclusion.** Immunohistochemical staining for S-100 is a valid method for verifying irreversible thermal damage to autonomic nerve fibers in the pulmonary artery trunk as a result of RFA.

**Keywords:** radiofrequency ablation, pulmonary hypertension, autonomic nerve fibers, pulmonary trunk, immunohistochemistry, S-100.

**Conflict of interests:** none declared.

Received: 28.11.2025

Accepted: 04.02.2026

**For citation:** Ilyin M.V., Moskvichev E.V., Kozlov V.A. et al. Radiofrequency denervation of the pulmonary artery trunk in the modulation of pulmonary hypertension in cardiovascular pathology (experimental study). International Journal of Heart and Vascular Diseases. 2026. 49(14):43-49. DOI: 10.24412/2311-1623-2026-49-43-49

## Список сокращений

ДИ — доверительный интервал

ЛА — легочная артерия

ЛГ — легочная гипертензия

РЧА — радиочастотная абляция

РЧД — радиочастотная денервация

Sotn. — относительная площадь окрасившихся нервных стволов

## Введение

Болезни сердечно-сосудистой системы продолжают занимать лидирующие позиции смертности среди населения. По данным Минздрава Российской Федерации, в 2024 году около 45 % всех смертей в стране были связаны с заболеваниями сердца и сосудов [1]. По данным Всемирной организации здравоохранения, сердечно-сосудистые заболевания уносят жизни почти 17,9 млн человек в год [1]. Распространённость митральных пороков сердца достигает 8 %, а многочисленные осложнения требуют индивидуального хирургического подхода [2–4]. Легочная гипертензия (ЛГ) часто сопровождается многие сердечные и легочные заболевания, а также заболевания аутоиммунного характера [3]. При ЛГ происходит прогрессивное повышение давления в системе легочной артерии, что приводит к правожелудочковой сердечной недостаточности и преждевременной смерти [4]. Патогенез заболевания связан с нарушением функции эндотелия с повышением продукции вазоконстрикторов (тромбоксана, эндотелина-1) и снижением продукции вазодилататоров (NO, простаглицлина), что приводит к ремоделированию сосудистой стенки, проявляющимся снижением эластичности и развитием облитерации сосудов и редукции легочного сосудистого русла [2].

В последние годы в ряде кардиохирургических клиник России и за рубежом радиочастотная денервация (РЧД) ствола ЛА выполняется одновременно с хирургической коррекцией приобретенных

пороков митрального клапана [3, 4]. Показано, что данная процедура позволяет добиться дополнительного снижения среднего давления в системе ЛА [4], по сравнению с изолированной коррекцией порока митрального клапана, и тем самым, улучшая отдаленный прогноз у этой тяжелой категории кардиохирургических пациентов [5, 6]. РЧА ствола ЛА, наряду с эффективностью, доказала свою безопасность в клинических исследованиях [7–9]. Кроме малоинвазивной процедуры в виде катетерной эндоваскулярной РЧА, данная процедура нередко выполняется в ходе хирургической коррекции митральных пороков у пациентов, осложненной фибрилляцией предсердий. Суть метода заключается в создании циркулярной симпатической денервации, то есть РЧА ганглионарных сплетений ствола и устьев ЛА, используя специальный зажим-деструктор [10–11]. При этом информативным методом оценки степени РЧД ЛА и, следовательно, эффективности процедуры, является иммуногистохимическое исследование с поликлональными антителами к белку S-100. Белок S-100 — это кальций-связывающий белок с низким молекулярным весом, который служит чувствительным маркером повреждения нервной ткани [8].

В результате РЧА происходит изменение тканевых структур ЛА с расположенными на ее поверхности симпатическими волокнами, оказывающими сосудосуживающее влияние на внутрилёгочные сосуды [2]. Полный захват и необратимое термиче-

ское повреждение симпатических волокон может привести к полной десимпатизации сосудистого русла легких и стойкому снижению давления в системе ЛА в послеоперационном периоде.

**Цель исследования** — обосновать эффективность применения РЧА ствола ЛА в снижении легочной гипертензии с помощью иммуногистохимической оценки полноты симпатической денервации путем определения маркера S-100 в условиях эксперимента.

## Материал и методы

Было изучено 30 лёгочных стволов, изъятых при плановых аутопсиях у людей, умерших от внесердечной патологии, в возрасте от 31 до 65 лет. Материал получен не позднее 6 часов от момента наступления смерти.

Для денервации ЛА применялся радиочастотный генератор («Ангио Лаб»), работающий в диапазоне 440 кГц, имеющий возможность изменения времени воздействия от нескольких секунд до нескольких минут с мощностью воздействия от 5 до 120 Вт. В эксперименте использовали мощность 10 Вт до появления циркулярной коагуляционной линии в области РЧА, что указывало на полное визуальное повреждение всей стенки ствола ЛА. Для изучения топографии вегетативных нервных волокон использовали случайно отобранные пять лёгочных стволов, которые явились контролем для сравнения с лёгочными стволами, обработанными РЧА.

Образцы лёгочных стволов фиксировали в 10% нейтральном забуференном формалине, изготавливали парафиновые блоки, согласно стандартному протоколу. Проводили иммуногистохимическое окрашивание на белок S-100 стенки ЛА при помощи иммуностейнера Leica Bond MAX и с исполь-

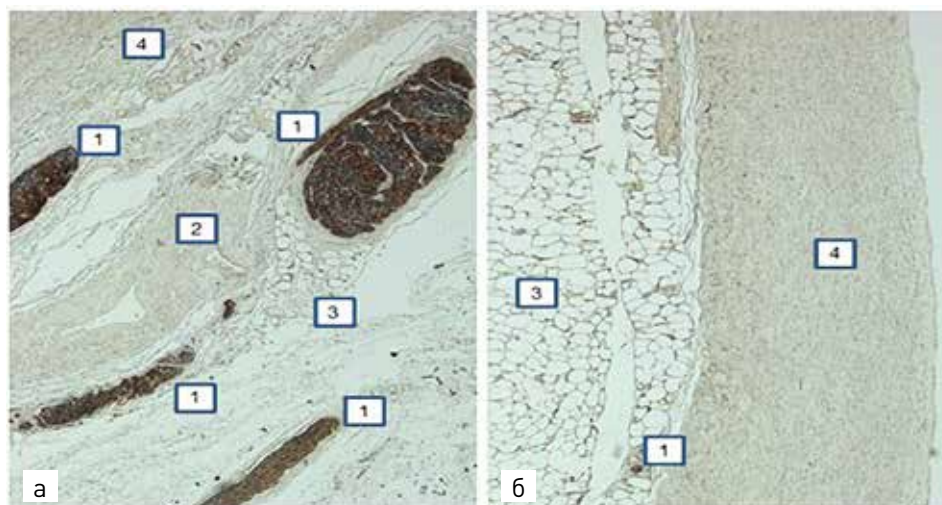
зованием поликлональных антител к белку S-100, которые обеспечивают высокую чувствительность окрашивания. Докраску ядер проводили прогематоксилином и эозином [9]. Анализ полученного гистологического материала осуществляли на микроскопе Leica DM 4000 с применением морфометрии Leica Application Suite 3.8.

## Статистический анализ

Для первичной обработки, систематизации и обобщения данных использовали методы дескриптивной (описательной) и вариационной статистики. В качестве количественной величины использовали относительную площадь ( $\mu\text{км}^2$ ) нервных волокон (Сотн.) как отношение средней площади окрашившихся нервных волокон в поле зрения к площади всего поля зрения. По каждому лёгочному стволу просмотрено 5 срезов по 10 полям зрения и определялся среднеарифметический показатель. Данные представлены в виде медианных значений (Me) с указанием  $-/+ 95\%$ -го доверительного интервала. Различия между двумя независимыми группами определяли непараметрическим методом с помощью U-критерия Манна-Уитни. Различия между группами считали значимыми при  $p < 0,05$ .

## Результаты исследования

При иммуногистохимическом исследовании на белок S-100 неповреждённые вегетативные нервные волокна в нервном стволе интенсивно окрашиваются в оттенки сепии (рис. 1 а). Определяются в виде овальных образований, расположенных рядом с *vasa vasorum* на границе между жировой тканью, окружающей лёгочный ствол, и его стенкой. Мембраны жировых клеток и фибриллярные структуры *vasa vasorum* и лёгочного ствола окрашиваются в оттенки



**Рис. 1.** Передняя стенка лёгочного ствола. Иммуногистохимическая окраска, увеличение  $\times 200$ : а) 1 — нервное волокно; 2 — *vasa vasorum*; 3 — жировая ткань; 4 — стенка лёгочного ствола; б) 1 — единичное нервное волокно в структуре *vasa vasorum* в адвентициальной оболочке ЛА; 3 — жировая ткань; 4 — стенка легочного ствола.

сепии менее плотно, чем вегетативные нервные стволы.

Участки лёгочных стволов, подвергнутые РЧД, иммуногистохимически на белок S-100 не окрашиваются (рис. 1 б). На срезе выявляются базофильно окрашенные клеточные ядра, тени *vasa vasorum* и рядом расположенных вегетативных нервных стволов. Фибриллярная структура стенок *vasa vasorum* и лёгочного ствола не просматривается. Вокруг нервных стволов обнаруживаются циркулярные участки расширенного пустого пространства, очевидно образованного парами воды в процессе РЧА. Определяется единичное нервное волокно в структуре *vasa vasorum* в адвентициальной оболочке ЛА (рис. 1б). Выявленные изменения схожи с картиной термического ожога. Отсутствие характерного иммуногистохимического окрашивания белка S-100, вероятно, связано с термической коагуляцией белков в зоне РЧД ЛА. Очевидно, что белки при этом теряют как свою нативную структуру, так и антигенные свойства, в связи с чем окрашивания антителами к маркерному белку не происходит [8].

Сравнительная оценка результатов РЧД ЛА выявил достоверное различие показателя Sotn. в левом латеральном крае лёгочного ствола и переднезадней стенке лёгочного ствола (табл. 1): 5,72% и 0,99% ( $p < 0,05$ ).

Таблица 1

**Относительная площадь окрасившихся нервных стволов (Sotn.)**

Показатель	Левый латеральный край лёгочного ствола	Передняя и задняя стенки лёгочного ствола
Sotn.	5,72% [95% ДИ 4,27–8,95]	0,99% [95% ДИ 0,48–0,93]

Известно, что экстракардиальное сплетение сердца участвует в иннервации и других органов грудной полости, в том числе лёгочного ствола, ЛА и лёгких. Иннервация сердца, аорты и лёгочного ствола осуществляется ветвями шейных симпатических узлов. Выделяют два сердечных сплетения: поверхностное и глубокое. Поверхностное сердечное сплетение расположено между дугой аорты и лёгочным стволом. В него вступают сердечные нервы левого верхнего шейного симпатического узла и левый верхний шейный сердечный нерв блуждающего нерва. Глубокое сердечное сплетение расположено позади дуги аорты, прилегая к бифуркации трахеи. Оно образовано всеми остальными ветвями шейных симпатических узлов: правого верхнего шейного, средних и звездчатых нижних симпатических узлов.

В нашем исследовании рассматриваются следующие сердечные сплетения, которые охватывают области легочного ствола, подвергшиеся РЧА: 1) переднее левое, которое спускается с левой поверхности лёгочного ствола на переднюю стенку левого желудочка; 2) переднее правое, которое спускается с правой поверхности лёгочного ствола и восходящей части аорты на заднюю стенку правого желудочка.

Таким образом, в соответствии с вышеуказанными данными, симпатическая иннервация выбранного нами участка осуществляется ветвями поверхностного сердечного сплетения, оказывающего сосудосуживающее влияние на лёгочные сосуды, и располагаться по боковым поверхностям от лёгочного ствола. Кроме того, локальное воздействие РЧА в области боковых стенок лёгочного ствола, ближе к месту бифуркации, не будет оказывать заметное воздействие на тонус гладких мускулатур бронхов, поскольку парасимпатическая иннервация легких осуществляется за счет парасимпатического сплетения (ветви блуждающего нерва), расположенного в воротах легких.

## Обсуждение

Следует отметить, что одним из перспективных направлений рентгеноэндоваскулярной хирургии является выполнение интервенционных вмешательств с использованием технологии РЧА при различных сердечно-сосудистых заболеваниях. Это хорошо зарекомендовавшая себя катетерная абляция тяжелых нарушений сердечного ритма [12]. Кроме этого, достаточно длительное время в клинике применяется метод почечной симпатической денервации у пациентов с рефрактерной артериальной гипертензией, который продемонстрировал хорошую антигипертензивную эффективность и улучшение прогноза [13].

В этом плане РЧА легочного ствола и устьев ЛА также доказала высокую эффективность и безопасность у пациентов с выраженной ЛГ, подвергшихся хирургической коррекции клапанных пороков сердца, в том числе осложненных фибрилляцией предсердий [2, 11]. По данным других исследователей доказана эффективность и безопасность РЧД легочного ствола и устьев ЛА при высокой ЛГ (по результатам гистологического исследования аутопсийного материала) [9]. Такой метод является эффективным и безопасным способом денервации симпатических сплетений, расположенных в адвентициальном слое ЛА. Гистологическое исследование адвентиции легочного ствола и устьев ЛА, подвергшихся циркулярной РЧА, подтверждает эффективность РЧД в виде снижения средней

удельной площади нервных окончаний на 16% по сравнению с тканями, не подвергшихся данной процедуре. Показано, что метод РЧА симпатических нервных волокон лёгочного ствола позволяет добиться эффективного и длительного контроля давления в системе ЛА у пациентов с клапанной патологией сердца [2, 3].

В данном исследовании описана эффективность проведённой РЧД с использованием количественного анализа относительной площади окрасившихся нервных окончаний. Этот метод позволит избежать субъективизма при оценке степени повреждения, индуцированного РЧА ЛА. Использование в качестве параметра относительной площади окрасившихся нервных волокон позволит уменьшить морфометрические ошибки измерения размеров гистологических объектов в исследуемых срезах, связанных с изменениями ткани в процессе фиксации и заливки в парафин. В результате РЧД, участки лёгочных стволов, подвергнутые к воздействию, иммуногистохимически на белок S-100 не окрашиваются. Описанные изменения ЛА соответствуют картине термического ожога, что является свидетельством стойкого эффекта симпатической денервации.

## Литература/References

1. Oganov RG., Shalnova SA., Maslennikova G.Ya. Epidemiology and prevention of cardiovascular diseases. *Cardiology news, opinions, training.* 2025.13 (1): 73–85. Russian (Оганов Р.Г., Шальнова С.А., Масленникова Г.Я. Эпидемиология и профилактика сердечно-сосудистых заболеваний. *Кардиология новости, мнения, обучение.* 2025.13 (1): 73–85).
2. Trofimov NA., Medvedev AP., Nikolsky AV. et al. Denervation of pulmonary arteries in patients with mitral valve defects complicated by atrial fibrillation and high pulmonary hypertension. *Modern technologies in medicine.* 2019; 11: 95–105. Russian (Трофимов Н.А., Медведев А.П., Никольский А.В. и др. Денервация легочных артерий у пациентов с пороками митрального клапана, осложненными фибрилляцией предсердий и высокой легочной гипертензией. *Современные технологии в медицине.* 2019; 11: 95–105). DOI: 10.17691/stm2019.11.4.11
3. Korobchenko LE., Goncharova NS., Condori Leandro HI. et al. Pulmonary artery denervation in pulmonary hypertension: a systematic review and meta-analysis of clinical trials. *Arterial Hypertension.* 2021;27(6):628–641. Russian (Коробченко Л.Е., Гончарова Н.С., Кондори Леандро Э.И. и др. Денервация легочной артерии при легочной гипертензии: систематический обзор и метаанализ клинических исследований. *Артериальная гипертензия.* 2021;27(6):628–641). DOI: 10.18705/1607-419X-2021-27-6-628-641
4. Lee F., Mielniczuk LM. Pulmonary Hypertension Due to Left Heart Disease: A Practical Approach to Diagnosis and Management. *Can J Cardiol.* 2021; 37:572. DOI: 10.1016/j.cjca.2020.11.003
5. Rudenko VA., Feshchenko DA. Shanoyan A.S. Endovascular methods of pulmonary artery denervation in the treatment of patients with pulmonary hypertension: textbook. manual; Ed. by Drapkina O.M. Moscow: Federal State Budgetary Institution «National Medical Research Center for Therapy and Prevention of Medicine of the Ministry of Health of the Russian Federation», 2020. 66 p. Russian (Руденко В.А., Фещенко Д.А. Шаноян А.С. Эндоваскулярные методы денервации легочной артерии в лечении пациентов с легочной гипертензией: учеб. пособие; Под ред. Драпкиной О.М. М.: ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр терапии и профилактики медицины Министерства здравоохранения Российской Федерации», 2020. 66 с.).
6. Condori Leandro HI., Vakhrushev AD., Goncharova N.S. et al. Stimulation Mapping of the Pulmonary Artery for Denervation Procedures: An Experimental Study. *J Cardiovasc Transl Res.* 2021; 14 (3): 546–555. DOI: 10.1007/s12265-020-10079-4
7. Feshchenko DA., Rudenko BA., Shanoyan AS. et al. Pulmonary Artery Denervation for Pulmonary Hypertension: stages of development and clinical experience. *Russian Journal of Cardiology.* 2019. 24(12): 162–168. Russian (Фещенко Д.А., Руденко Б.А., Шаноян А.С. и др. Денервация легочной арте-

## Заключение

Имуногистохимическое окрашивание к белку S-100 является состоятельным методом верификации необратимого термического повреждения вегетативных нервных волокон в стволе лёгочной артерии в результате проведения РЧД ЛА. Данный способ может быть использован для оценки эффективности проведённой денервации ЛА. Выявленные гистологические закономерности вегетативных нервных волокон в адвентициальной оболочке ЛА человека необходимо учитывать при выполнении оперативных вмешательств, в том числе при проведении РЧД ЛА в клинике.

Таким образом, иммуногистохимическое исследование на белок S-100 является информативным в оценке эффективности РЧД легочного ствола и, тем самым, подтверждает патофизиологический механизм данной процедуры.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии потенциального конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

- рии при легочной гипертензии: этапы разработки и клинический опыт. Российский кардиологический журнал. 2019. 24(12): 162–168. DOI: 10.15829/1560-4071-2019-12-162-168
8. Trofimov NA., Rodionov AL., Egorov D.V. et al. Histological justification for the need of radiofrequency ablation of pulmonary arteries in patients with high-grade secondary pulmonary hypertension. *Sovremennye tehnologii v medicine*. 2021. 13(6): 56–64. Russian (Трофимов НА., Родионов АЛ., Егоров Д.В. и др. Гистологическое обоснование необходимости радиочастотной абляции легочных артерий у пациентов с высокой степенью вторичной легочной гипертензии. *Современные технологии в медицине*. 2021. 13(6): 56–64). DOI: 10.17691/stm2021.13.6.06
9. Vasil'tseva OYa., Uranov AE., Edemsky AG. et al. Treatment of patients with chronic thromboembolic pulmonary hypertension. *Clinical Medicine*. 2023; 101 (7–8): 361–367. Russian (Васильцева О.Я., Уранов А.Е., Эдемский А.Г., и др. Лечение пациентов с хронической тромбоэмболической легочной гипертензией. *Клиническая медицина*. 2023;101(7–8):361–367). DOI: 10.30629/0023-2149-2023-101-7-8-361-367
10. Chernyavsky AM., Edemsky AG., Novikova NV. et al. Use of radiofrequency ablation of the pulmonary artery in the treatment of residual pulmonary hypertension after pulmonary endarterectomy. *Kardiologiya*. 2018;58(4):15–21. Russian (Чернявский А.М., Эдемский А.Г., Новикова Н.В. и др. Применение радиочастотной абляции легочной артерии при лечении резидуальной легочной гипертензии после легочной эндартерэктомии. *Кардиология*. 2018;58(4):15–21). DOI: 10.18087/cardio.2018.4.10105
11. Lednev PV., Belov YuV., Komarov RN. et al. Results of radiofrequency ablation of the pulmonary vein orifices as a method for preventing postoperative atrial fibrillation. *Surgery. Journal im. N.I. Pirogov*. 2017;(6):16–21. Russian (Леднев П.В., Белов Ю.В., Комаров Р.Н. и др. Результаты радиочастотной абляции устьев легочных вен как метода профилактики послеоперационной фибрилляции предсердий. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2017;(6):1621). DOI:10.17116/hirurgia2017616-21
12. Sholin IYu., Ustinov DD., Kiselev DG. et al. Radiofrequency ablation in the treatment of recurrent ventricular tachycardias using ECMO: clinical observations. *Obshchaya reanimatologiya*. 2026;22(1): 56–63. Russian (Шолин И.Ю., Устинов Д.Д., Киселев Д.Г. и др. Радиочастотная абляция при лечении рецидивирующих желудочковых тахикардий с применением ЭКМО: клинические наблюдения. *Общая реаниматология*. 2026;22(1):56–63). DOI: 10.15360/1813-9779-2026-1-2670
13. Mahfoud F, Kandzari DE, Kario. K. et al. Long-term efficacy and safety of renal denervation in the presence of antihypertensive drugs (SPYRAL HTN-ON MED): a randomised, sham-controlled trial. *Lancet*. 2022; 399:1401–1410. DOI: 10.1016/S0140-6736(22)00455-X