

Эффективность процедуры PADN у пациентов с патологией митрального клапана, фибрилляцией предсердий и высокой легочной гипертензией

© Н.А. ТРОФИМОВ¹, А.П. МЕДВЕДЕВ², В.Е. БАБОКИН³, А.Г. ДРАГУНОВ¹, И.П. ЕФИМОВА¹,
А.В. НИКОЛЬСКИЙ², А.В. ИВАНОВ⁴

¹БУ Чувашской Республики «Республиканский кардиологический диспансер» Минздравсоцразвития Чувашии, Чебоксары, Чувашская Республика, Россия;

²ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России, Нижний Новгород, Россия;

³ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет» Минздрава России, Республика Башкортостан, Уфа, Россия;

⁴БУ «Республиканское бюро судебно-медицинской экспертизы» Министерства здравоохранения Чувашии, Чебоксары, Чувашская Республика, Россия

РЕЗЮМЕ

Цель исследования — проанализировать эффективность циркулярной симпатической денервации ствола и устьев легочных артерий у пациентов с дисфункцией митрального клапана, осложненной фибрилляцией предсердий и высокой легочной гипертензией, а также оценить качество жизни больных в послеоперационном периоде.

Материал и методы. Проанализированы результаты хирургического лечения 202 пациентов с митральным пороком, сопутствующей фибрилляцией предсердий и высокой легочной гипертензией (более 40 мм рт.ст.). В 1-й группе у 62 больных оперативное лечение заключалось в хирургической коррекции порока митрального клапана (протезирование или пластика). Коррекция фибрилляции предсердий и легочной гипертензии у них не проводилась. Пациентам 2-й ($n=89$) группы также выполнена коррекция митрального порока, а также биатриальная радиочастотная абляция по схеме Maze IV с применением биполярного аблятора Atri Cure под контролем трансмуральности в связи с отягощенным аритмологическим анамнезом. Пациентам 3-й группы ($n=51$) выполнено комплексное вмешательство в виде ликвидации порока митрального клапана, процедуры Maze IV, а также применена циркулярная денервация ствола и устьев легочных артерий (Pulmonary Artery Denervation — PADN).

Результаты. Процедура PADN является эффективным и безопасным методом хирургического лечения высокой вторичной легочной гипертензии, способствует обратному ремоделированию полостей сердца, в частности левого предсердия ($p=0,01$), нормализации легочной гипертензии и уменьшению сердечной недостаточности ($p=0,023$). Комплексное хирургическое лечение пациентов с митральным пороком, фибрилляцией предсердий и высокой легочной гипертензией позволяет значительно улучшить результаты процедуры Maze IV за счет восстановления и сохранения синусового ритма уже через 3 мес после операции ($p=0,008$). Необходимо продолжить дальнейшее исследование процедуры PADN с анализом отдаленных результатов, вовлечением большего числа пациентов и использованием данной методики у больных с неклапанной причиной высокой легочной гипертензии.

Ключевые слова: вторичная легочная гипертензия, абляция легочного ствола, денервация ганглионарных сплетений, митральный порок, фибрилляция предсердий.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Трофимов Н.А. — e-mail: nikolai.trofimov@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1975-5521>

Медведев А.П. — e-mail: mail@skkbnn.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1757-5962>

Бабокин В.Е. — e-mail: babokin@bk.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2788-8762>

Драгунов А.Г. — e-mail: nikolai.trofimov@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9949-2281>

Ефимова И.П. — e-mail: nikolai.trofimov@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-7232-060X>

Никольский А.В. — e-mail: mail@skkbnn.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5605-0128>

Иванов А.В. — e-mail: rbsme-sudmed@med.cap.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3201-500X>

Автор, ответственный за переписку: Трофимов Н.А. — e-mail: nikolai.trofimov@mail.ru

КАК ЦИТИРОВАТЬ:

Трофимов Н.А., Медведев А.П., Бабокин В.Е., Драгунов А.Г., Ефимова И.П., Никольский А.В., Иванов А.В. Эффективность процедуры PADN у пациентов с патологией митрального клапана, фибрилляцией предсердий и высокой легочной гипертензией. *Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия*. 2019;12(5):450-458. <https://doi.org/10.17116/kardio201912051450>

PADN procedure in patients with mitral valve disease, atrial fibrillation and high pulmonary hypertension

© N.A. TROFIMOV¹, A.P. MEDVEDEV², V.E. BABOKIN³, A.G. DRAGUNOV¹, I.P. EFIMOVA¹, A.V. NIKOLSKY²,
A.V. IVANOV⁴

¹Republican Cardiology Dispensary of the Ministry of Health and Social Development of Chuvashia, Cheboksary, Chuvash Republic, Russia;

²Privolzhskiy Research Medical University of the Ministry of Health of the Russia, Nizhny Novgorod, Russia;

³Bashkir State Medical University of the Ministry of Health of the Russia, Republic of Bashkortostan, Ufa, Russia;

⁴Republican Bureau of Forensic Medical Examination of the Ministry of Health of Chuvashia, Cheboksary, Chuvash Republic, Russia

ABSTRACT

Objective — to analyze the effectiveness of pulmonary artery denervation (PADN) in patients with mitral valve disease complicated by atrial fibrillation and high pulmonary hypertension, as well as to assess the quality of life in postoperative period.

Material and methods. There were 202 patients with mitral valve disease complicated by atrial fibrillation and high pulmonary hypertension (over 40 mm Hg). In the first group (n=62), surgical treatment consisted of correction of mitral valve disease (replacement/repair). Correction of atrial fibrillation and pulmonary hypertension was not applied. In the second (n=89) group, patients underwent mitral valve surgery with transmural radiofrequency ablation (Maze IV procedure). Bipolar ablator Atri Cure was used. In the third group (n=51), patients underwent mitral valve surgery, Maze IV and PADN procedures.

Results. PADN procedure is an effective and safe surgical approach for high secondary pulmonary hypertension. This method is associated with better reverse remodeling of cardiac chambers, in particular left atrium (p=0.01), normalization of pulmonary hypertension and relief of heart failure (p=0.023). Complex surgical treatment of patients with mitral valve disease, atrial fibrillation and high pulmonary hypertension can significantly improve the results of Maze IV procedure by restoring and maintaining sinus rhythm in 3 months after surgery (p=0.008). It is necessary to continue further investigation of PADN procedure with analysis of long-term results, greater sample size and the use of this technique in patients with non-valvular cause of high pulmonary hypertension.

Keywords: secondary pulmonary hypertension, pulmonary trunk ablation, ganglion plexus denervation, mitral valve disease, atrial fibrillation.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Trofimov N.A. — e-mail: nikolai.trofimov@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1975-5521>

Medvedev A.P. — e-mail: mail@skkbnn.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1757-5962>

Babokin V.E. — e-mail: babokin@bk.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2788-8762>

Dragunov A.G. — e-mail: nikolai.trofimov@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9949-2281>

Efimova I.P. — e-mail: nikolai.trofimov@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-7232-060X>

Nikolsky A.V. — e-mail: mail@skkbnn.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5605-0128>

Ivanov A.V. — e-mail: rbsme-sudmed@med.cap.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3201-500X>

Corresponding author: Trofimov N.A. — e-mail: nikolai.trofimov@mail.ru

TO CITE THIS ARTICLE:

Trofimov NA, Medvedev AP, Babokin VE, Dragunov AG, Efimova IP, Nikolsky AV, Ivanov AV. PADN procedure in patients with mitral valve disease, atrial fibrillation and high pulmonary hypertension. *Russ. Jour. of Card. and Cardiovasc. Surg. = Kard. i serd.-sosud. khir.* 2019;12(5):450-458. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/kardio201912051450>

Введение

Увеличение продолжительности жизни населения в последние десятилетия сопровождается ростом частоты сердечно-сосудистых заболеваний. Увеличение распространенности дегенеративных пороков сердца у пациентов пожилого возраста расценивается J. d'Arcy и соавт. [1] как новая кардиальная «эпидемия».

В то же время J. Takkenberg и соавт. [2] подчеркивают отсутствие полноценных сведений о распространенности приобретенных пороков сердца.

По данным европейского исследования Euro Heart Survey on VHD, поражение аортального клапана встречается в 44,3% случаев, митрального — в 34,3% (стеноз — 9,5%, недостаточность — 24,8%). Изолированное поражение трикуспидального клапана обнаруживается у 1,2% больных, сочетанное поражение клапанов — в 20,2% случаев [3].

В России ведущим этиологическим фактором формирования приобретенных пороков сердца остается ревматизм, несмотря на то что уже в 2014 г. доля дегенеративных пороков сердца составила 46,6%, и в последние годы прослеживается тенденция к росту частоты дегенеративного поражения клапанного аппарата [4].

Распространенность пороков митрального клапана в популяции достигает 8%, а прогрессирование порока сопряжено с различными структурными изменениями, которые требуют индивидуального подхода в каждом конкретном случае [5]. Основными осложнениями на фоне порока митрального клапана являются дилатация полостей сердца, фибрилляция предсердий, легочная гипертензия, прогрессирование коморбидной патологии и т.д. [6, 7].

Нарушение ритма сердца в виде фибрилляции предсердий является одним из наиболее распространенных видов аритмий. Его частота достигает 2% случаев и имеет тенденцию к увеличению за последнее десятилетие [8, 9]. Данные нарушения ритма диагностируются у 30—84% пациентов с дисфункцией клапанного аппарата сердца, при этом фибрилляция предсердий ухудшает результаты хирургического лечения и качество жизни пациентов, а также значительно увеличивает риск тромбоэмболических событий, способствует прогрессированию сердечной недостаточности и увеличивает летальность у данной категории больных [10—12]. Структурные изменения стенок предсердий, формирующиеся на фоне прогрессирования порока митрального клапана с образованием патологических кругов re-entry, являются патоморфологическим аспектом появления фибрилляции предсердий [13, 14]. В свя-

зи с этим ликвидация дисфункции митрального клапана является одной из главных задач лечения фибрилляции предсердий [15]. К сожалению, изолированная коррекция патологии клапана у больных с исходной фибрилляцией предсердий способствует восстановлению синусового ритма всего у 8,5—20% пациентов, что требует дополнительных лечебных мер [16—18]. В настоящее время «золотым стандартом» хирургического лечения фибрилляции предсердий является процедура Maze IV как безопасная и эффективная методика в отношении восстановления стойкого синусового ритма.

Естественное течение митрального порока способствует нарастанию легочной гипертензии, что приводит к перегрузке правых отделов сердца, развитию недостаточности трикуспидального клапана и в конечном итоге неблагоприятному исходу заболевания, преждевременной летальности и снижению качества жизни пациентов [19].

Под легочной гипертензией принято понимать повышение давления в легочной артерии более 25 мм рт.ст. в покое по данным эхокардиографии [20, 21]. Группой авторов под руководством G. Simonneau в 2013 г. были сформулированы четыре группы легочной гипертензии: хроническая гипертензия, ассоциированная с заболеваниями левых отделов сердца, тромбоэмболическая, артериальная гипертензия и идиопатическая гипертензия [23]. Наличие высокой легочной гипертензии у больных с приобретенными пороками снижает эффективность оперативного лечения, препятствует обратному ремоделированию полостей сердца, а также снижает эффективность хирургической коррекции фибрилляции предсердий [23]. Патоморфологические причины высокой легочной гипертензии представлены морфологическим ремоделированием сосудистой стенки, а также дисбалансом между вазодилататорами и вазоконстрикторами [24—26].

Впервые о существовании симпатических нервных волокон в адвентиции легочных артерий в 1962 г. сообщил J. Osorio и соавт. [28], доказав их влияние на спазм легочных артериол и, как следствие, повышение давления в малом круге кровообращения. В дальнейшем ряд авторов [28, 29] подтвердили эти данные в своих работах.

К сожалению, медикаментозное лечение высокой легочной гипертензии недостаточно эффективно и сопряжено с приемом дорогостоящих препаратов [30].

Хирургическая коррекция легочной гипертензии впервые была предложена S. Chen и соавт. [32] в 2013 г. в виде эндоваскулярной катетерной денервации легочных артерий. По мнению автора, методика позволила значительно снизить давление в легочной артерии. Необходимость коррекции легочной гипертензии также продемонстрирована в работах S. Briongos Figueo и соавт. [33], которые показали, что исходная высокая степень легочной гипертензии тесно коррелирует с высокой стойкой легочной гипертензией после коррекции порока митрального клапана (ОШ 1,761; $p=0,03$).

В настоящее время имеются работы по хирургическому лечению легочной гипертензии на «открытом сердце» в условиях искусственного кровообращения при коррекции митрального клапана. Методика заключается в эпикардиальной радиочастотной абляции передней стенки ствола легочной артерии и устьев легочных артерий с использованием монополярного электрода—ручки [33]. Еще одна методика заключается в циркулярной денервации ствола легочной артерии и устьев легочных артерий с ис-

пользованием биполярного деструктора [34]. Несмотря на представленные работы, проблема хирургического лечения высокой легочной гипертензии является актуальной, не существует общепринятой методики лечения данной патологии, в связи с чем необходим дальнейший поиск оптимальной методики хирургического лечения данной категории пациентов.

Цель исследования — проанализировать эффективность циркулярной симпатической денервации ствола и устьев легочных артерий у пациентов с дисфункцией митрального клапана, осложненной фибрилляцией предсердий и высокой легочной гипертензией.

Материал и методы

Проанализированы результаты хирургического лечения 202 пациентов с митральным пороком, сопутствующей фибрилляцией предсердий и высокой легочной гипертензией (более 40 мм рт.ст.). В 1-й группе у 62 больных оперативное лечение заключалось в хирургической коррекции порока митрального клапана (протезирование или пластика). Коррекция фибрилляции предсердий и легочной гипертензии у них не проводилась. Пациентам 2-й ($n=89$) группы также выполнена коррекция митрального порока, а также биатриальная радиочастотная абляция по схеме Maze IV с применением биполярного аблятора Atri Sure под контролем трансмуральности, в связи с отягощенным аритмологическим анамнезом. Пациентам 3-й группы ($n=51$) выполнено комплексное вмешательство в виде ликвидации порока митрального клапана, процедуры Maze IV, а также применена циркулярная денервация ствола и устьев легочных артерий (Pulmonary Artery Denervation — PADN).

Критериями включения пациентов в исследование явились наличие порока митрального клапана, сопутствующая фибрилляция предсердий и высокая легочная гипертензия (более 40 мм рт.ст.). Критерии исключения: гемодинамически значимое поражение коронарных артерий, посттромбоэмболическая тяжелая легочная гипертензия. Пациенты 3-й группы в обязательном порядке до операции были проинформированы о дополнительной процедуре PADN, которую планировалось выполнить до основного этапа хирургического вмешательства. В соответствии с принципам клинической практики (Good Clinical Practice — GCP) и Хельсинкской декларацией были подписаны добровольные информированные согласия.

Больные исследуемых групп были сопоставимы по основным клинико-демографическим характеристикам (табл. 1).

Межгрупповой анализ характеризует 3-ю группу больных как более тяжелую (возрастной состав, значение по шкале EUROSCORE, дилатация правых отделов сердца, левого желудочка, фракция изгнания левого желудочка, степень легочной гипертензии).

Процедура PADN проводилась циркулярно-биполярным радиочастотным зажимом-деструктором фирмы «Atri Sure». На работающем сердце в условиях параллельного искусственного кровообращения наносили 2 циркулярные линии на дистальную часть легочного ствола. Каждая линия включала 3 аппликации (рис. 1).

После этого выделяли устья правой и левой легочных артерий и наносили аналогичные абляционные линии.

Таблица 1. Клинико-демографическая характеристика пациентов до операции (n=202)

Table 1. Preoperative characteristics of study patients (n=202)

Показатель	1-я группа (n=62)	2-я группа (n=89)	3-я группа (n=51)	P_{1-2}	P_{1-3}	P_{2-3}
Возраст, годы	56,3±8,0	55,8±8,3	59,4±5,2	0,74	0,017	0,005
Длительность ФП, годы	2,7±2,2	2,7±1,7	2,6±1,4	0,841	0,887	0,688
EUROSCORE, баллы	4,6±1,8	4,7±1,9	5,7±2,3	0,817	0,004	0,004
Время ИК, мин	119,5±49,5	140,2±41,2	114,1±33,4	0,006	0,511	< 0,001
Время пережатия аорты, мин	90,4±32,5	110,7±29,9	85,2±26,6	< 0,001	0,359	< 0,001
Трикуспидальная недостаточность, ст.	1,8±0,9	2,2±0,8	1,9±0,8	0,016	0,533	0,095
ФК ХСН по NYHA	3,3±0,5	3,3±0,5	3,4±0,5	0,953	0,082	0,058
КДР ЛЖ, см	5,7±0,8	5,6±0,6	5,8±0,6	0,245	0,349	0,014
КСР ЛЖ, см	4,2±0,7	3,9±0,5	4,3±0,5	0,002	0,925	< 0,001
КДО ЛЖ, мл	164,9±52,4	155,0±36,6	171,5±41,3	0,176	0,465	0,016
КСО ЛЖ, мл	83,2±32,4	68,5±22,5	82,5±25,3	0,001	0,902	< 0,001
ФИ ЛЖ, %	49,9±9,2	56,4±5,1	52,5±4,7	< 0,001	0,08	< 0,001
КСР ПЖ, см	3,4±0,3	3,5±0,3	3,6±0,3	0,182	<0,001	0,003
Размер ЛП, см	5,2±0,54	5,42±0,67	5,48±0,35	0,034	0,002	0,600
Размер ПП, см	5,3±0,5	5,6±0,6	5,7±0,4	0,004	< 0,001	0,095
СДЛА, мм рт.ст.	46,1±4,2	46,9±6,8	50,1±8,7	0,44	0,002	0,018

Примечание. Здесь и в табл. 2: ФК ХСН — функциональный класс хронической сердечной недостаточности, КДР — конечный диастолический размер, КСР — конечный систолический размер, КДО — конечный диастолический объем, КСО — конечный систолический объем, ФИ ЛЖ — фракция изгнания левого желудочка, ЛП — левое предсердие, ПП — правое предсердие, СДЛА — систолическое давление в легочной артерии.

Аблацию правой легочной артерии проводили справа от аорты в области поперечного синуса сердца (рис. 2).

Конечный вид процедуры PADN представлен 6 аблационными линиями (2 в дистальной части ствола легочной артерии и по 2 на устьях правой и левой легочных артерий) (рис. 3).

Среднее время выполнения процедуры PADN составило 5,5±1,5 мин. После этого проводили антеградную

кардиоплегию в корень аорты и после остановки сердца выполняли основной этап операции — коррекцию митрального порока и процедуру Maze IV. Среднее время пережатия аорты составило 85,2±26,6 мин, искусственного кровообращения — 114,1±33,4 мин.

Пациенты находились в палате реанимации в течение 2,4±3,1 дня. Послеоперационная тактика ведения пациентов в 3-й группе не отличалась от таковой в 1-й и 2-й группах. Динамику эхокардиографических показателей и тяжесть легочной гипертензии контролировали через 3, 6, 12 и 24 мес после оперативного вмешательства.

Статистический анализ результатов проводился на персональном компьютере с использованием программ Excel, Statistica 10.0. Данные, полученные в ходе исследования, представлены среднеарифметическими значениями и стандартной ошибкой ($M \pm SE$). При межгрупповом анализе статистическую достоверность количественных параметров определяли при помощи критерия Манна—Уитни. Для сравнения абсолютных значений между двумя группами использовали критерий χ^2 . При анализе выборки с $n < 5$ расчет велся с использованием двустороннего критерия Фишера. Различия считали достоверными при $p < 0,05$.

Результаты

В каждой группе умерли по 1 пациенту. Летальность была обусловлена острой прогрессирующей сердечной недостаточностью в раннем послеоперационном периоде. Осложнений, связанных с процедурой PADN, не наблюдалось. В послеоперационном периоде наблюдалась положительная динамика эхокардиографических показателей у всех больных (табл. 2).

Представленные результаты демонстрируют значительное обратное ремоделирование полостей сердца, увеличение сократительной функции левого желудочка и снижение легочной гипертензии преимущественно в 3-й груп-



Рис. 1. Аблация легочного ствола.

Fig. 1. Pulmonary artery denervation.

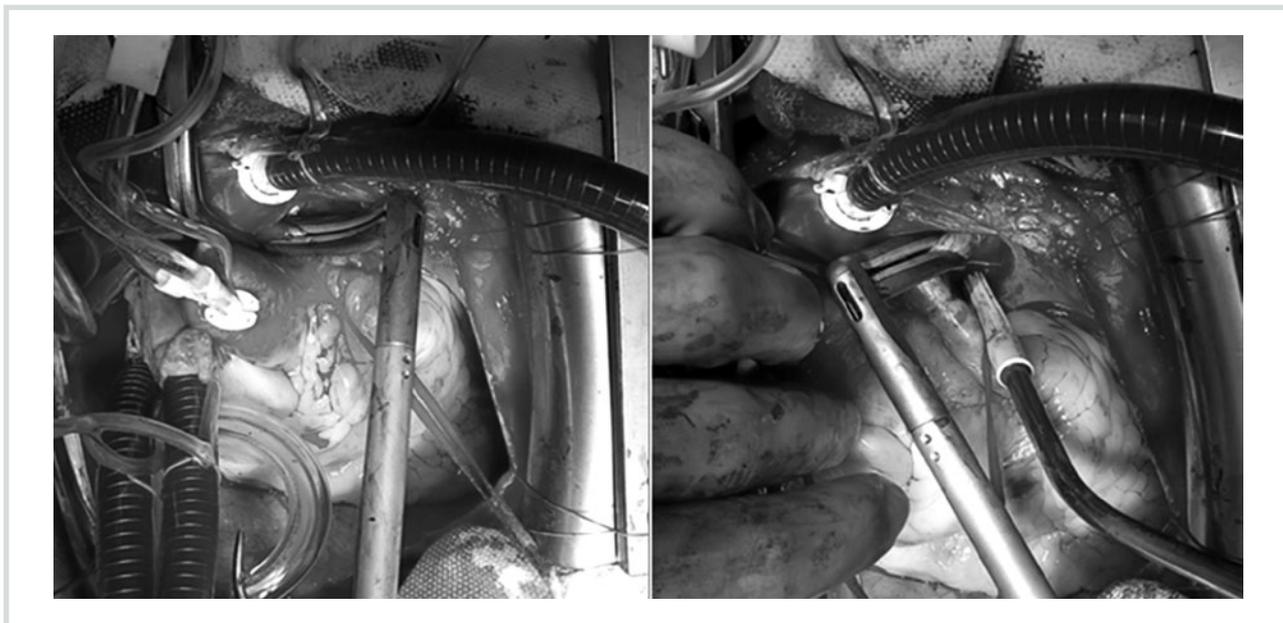


Рис. 2. Абляция устьев правой и левой легочных артерий.
Fig. 2. Ablation of the ostia of right and left pulmonary arteries.

пе. При исходных значительно худших показателях в 3-й группе достигнуты сопоставимые с группами контроля результаты.

Процедура PADN способствует блокированию симпатических ганглиев в легочном стволе и легочных артериях, что приводит к расслаблению гладкомышечных волокон в сосудистой стенке и ликвидации спазма артерий и артериол.

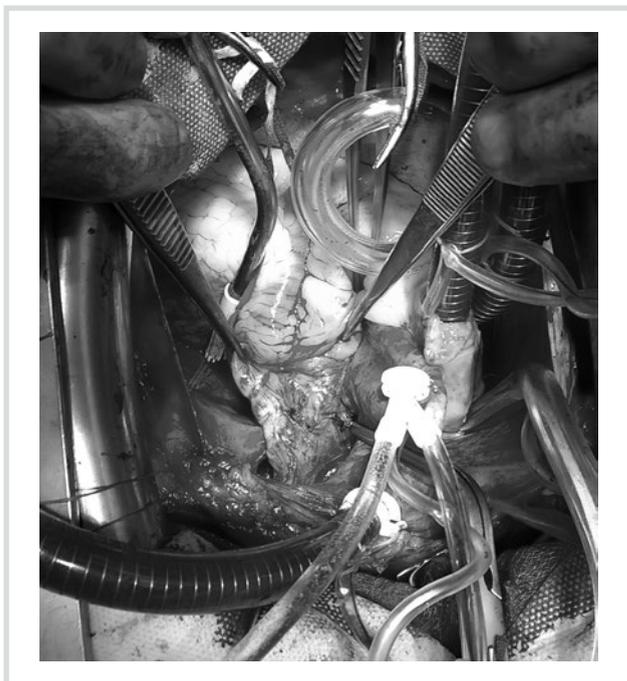


Рис. 3. Абляционные линии на стволе и устьях легочных артерий.
Fig. 3. Ablation lines on the pulmonary trunk and ostia of pulmonary arteries.

Эти процессы сопровождаются значительным увеличением емкости малого круга кровообращения и снижением легочной гипертензии в послеоперационном периоде.

Динамика легочной гипертензии в исследуемых группах представлена на **рис. 4**.

Данные, представленные на **рис. 4**, демонстрируют преимущества комплексного хирургического подхода к коррекции митрального порока, осложненного фибрилляцией предсердий и высокой легочной гипертензией. Процедура PADN у пациентов 3-й группы с исходно более выраженной легочной гипертензией позволила уже через 3 мес добиться сопоставимых с группами контроля результатов на фоне значительного снижения давления в малом круге кровообращения.

Нормализация легочной гипертензии за счет ликвидации сосудистого спазма способствует снижению давления в левом предсердии.

Динамика послеоперационного обратного ремоделирования левого предсердия представлена на **рис. 5**.

Данные, представленные на **рис. 5**, демонстрируют лучшие результаты обратного ремоделирования полости левого предсердия в 3-й группе через 12 мес после хирургического вмешательства по сравнению с 1-й и 2-й группами. Процесс ремоделирования также связан с денервацией симпатических норадренергических ганглиев, которые расположены в дистальных отделах легочного ствола и устьях легочных артерий, ликвидацией спазма гипертрофированного мышечного слоя артериол и, как следствие, вазодилатацией в послеоперационном периоде со значительным увеличением емкости сосудистого русла в малом круге кровообращения.

Нормализация легочной гипертензии и снижение давления в левом предсердии способствуют восстановлению и сохранению синусового ритма после комплексной хирургической коррекции, что подтверждено анализом ритма сердца исследуемых групп в послеоперационном пери-

Таблица 2. Исходные эхокардиографические показатели и данные через 24 мес после хирургического лечения
Table 2. Baseline and 24-month postoperative echocardiography data

Показатель		1-я группа (n=62)	2-я группа (n=89)	3-я группа (n=51)	P_{1-2}	P_{1-3}	P_{2-3}
Трикуспидальная недостаточность, ст.	исходно	1,8±0,9	2,2±0,8	1,9±0,8	0,016	0,533	0,095
	через 24 мес	1,3±0,5	1,2±0,5	0,1±0,3	0,044	<0,001	<0,001
ФК ХСН по NYHA	исходно	3,3±0,5	3,3±0,5	3,4±0,5	0,953	0,082	0,058
	через 24 мес	2,7±0,5	2,4±0,5	2,2±0,4	<0,001	<0,001	0,023
КДР ЛЖ, см	исходно	5,7±0,8	5,6±0,6	5,8±0,6	0,245	0,349	0,014
	через 24 мес	5,4±0,8	4,9±0,5	4,9±0,5	<0,001	<0,001	0,896
КСР ЛЖ, см	исходно	4,2±0,7	3,9±0,5	4,3±0,5	0,002	0,925	<0,001
	через 24 мес	3,9±0,7	3,4±0,5	3,4±0,4	<0,001	<0,001	0,625
КДО ЛЖ, мл	исходно	164,9±52,4	155,0±36,6	171,5±41,3	0,176	0,465	0,016
	через 24 мес	143,2±47,0	114,3±30,3	113,3±27,5	<0,001	<0,001	0,858
КСО ЛЖ, мл	исходно	83,2±32,4	68,5±22,5	82,5±25,3	0,001	0,902	<0,001
	через 24 мес	68,5±28,6	47,8±16,5	46,8±12,6	<0,001	<0,001	0,691
ФИ ЛЖ, %	исходно	49,9±9,2	56,4±5,1	52,5±4,7	<0,001	0,08	<0,001
	через 24 мес	53,0±8,1	58,7±5,9	58,9±3,6	<0,001	<0,001	0,857
КДР ПЖ, см	исходно	3,4±0,3	3,5±0,3	3,6±0,3	0,182	<0,001	0,003
	через 24 мес	3,2±0,2	3,0±0,3	3,0±0,2	<0,001	<0,001	0,156
Размер ЛП, см	исходно	5,2±0,5	5,4±0,7	5,5±0,4	0,034	0,002	0,600
	через 24 мес	4,9±0,5	4,3±0,3	4,1±0,3	<0,001	<0,001	0,010
Размер ПП, см	исходно	5,3±0,5	5,6±0,6	5,7±0,4	0,004	<0,001	0,095
	через 24 мес	5,2±0,4	4,8±0,6	4,7±0,3	<0,001	<0,001	0,073
СДЛА, мм рт.ст.	исходно	46,1±4,2	46,9±6,8	50,0±8,7	0,44	0,002	0,018
	через 24 мес	32,1±3,5	27,7±6,4	29,9±31,3	<0,001	0,583	0,519

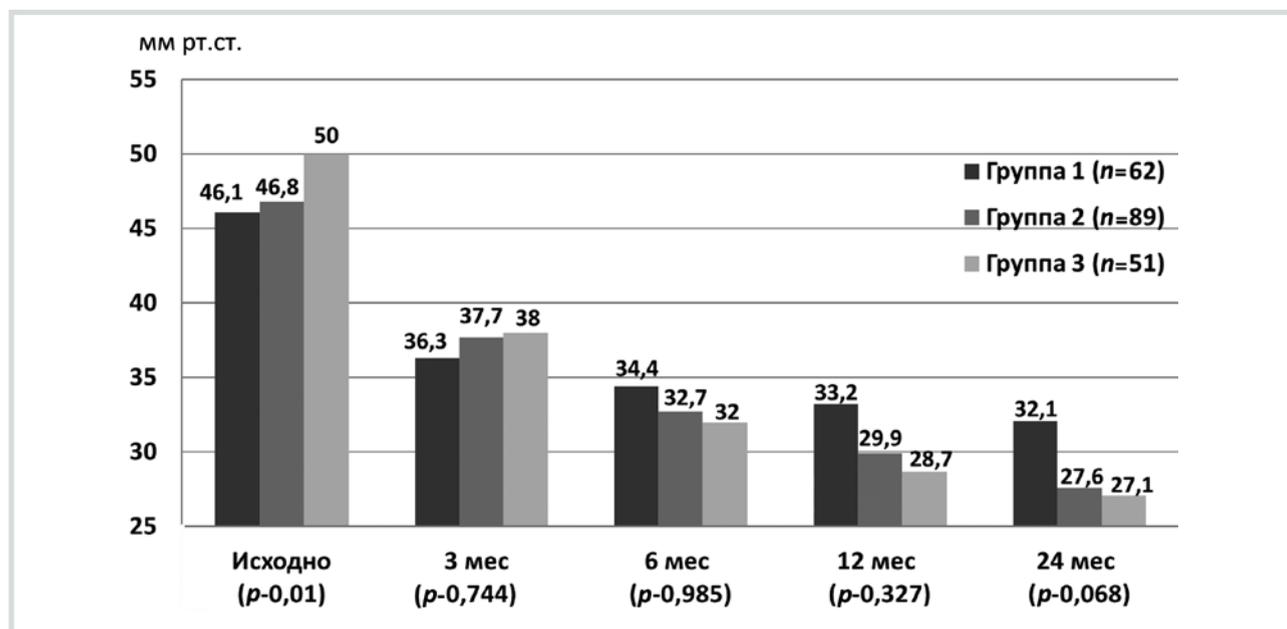


Рис. 4. Динамика легочной гипертензии в исследуемых группах.

Fig. 4. Dynamics of pulmonary hypertension in the study groups.

оде (рис. 6). Данные представлены в виде долей пациентов с синусовым ритмом в каждой группе.

Все исследуемые пациенты исходно имели фибрилляцию предсердий, но комплексный хирургический подход, примененный в 3-й группе уже через 3 мес после операции, позволил получить значительное преимущество по восстановлению и сохранению синусового ритма по сравнению с группами контроля, где была выполнена изолированная

коррекция митрального порока (1-я группа) или в комбинации с процедурой Maze IV (2-я группа).

Обсуждение

В научно-исследовательской работе проведен детальный анализ результатов хирургической коррекции тяжелой вторичной легочной гипертензии посредством процедуры

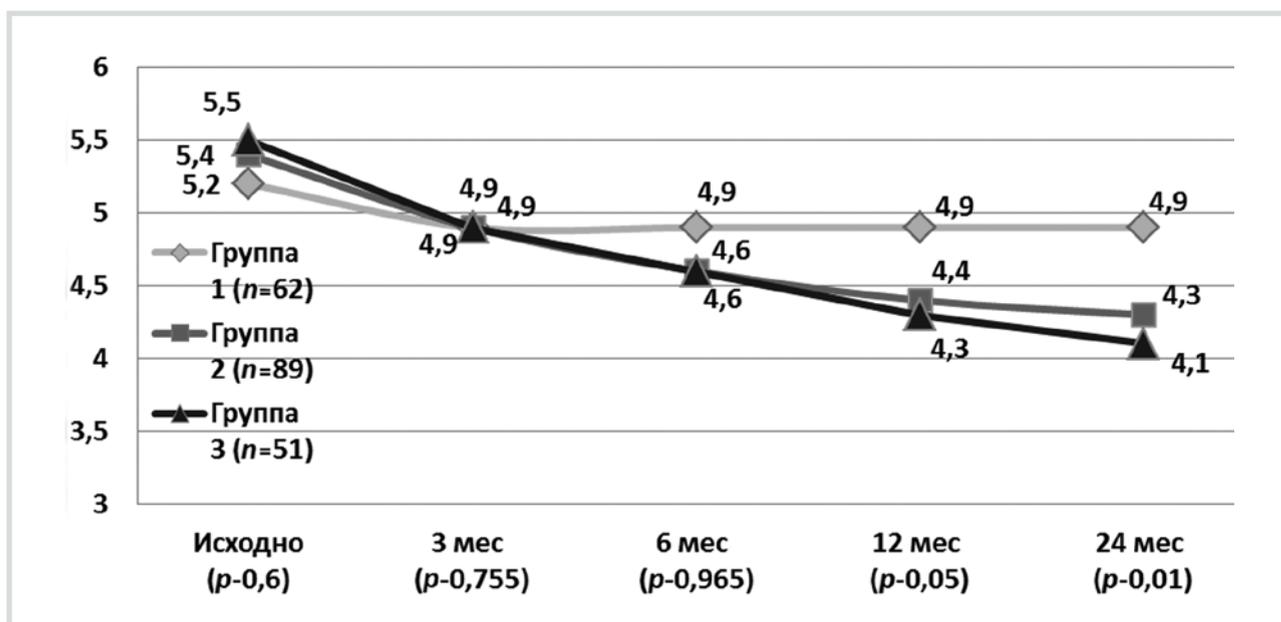


Рис. 5. Динамика обратного ремоделирования полости левого предсердия (по оси ординат — размер ЛП, см).

Fig. 5. Reverse remodeling of the left atrium.

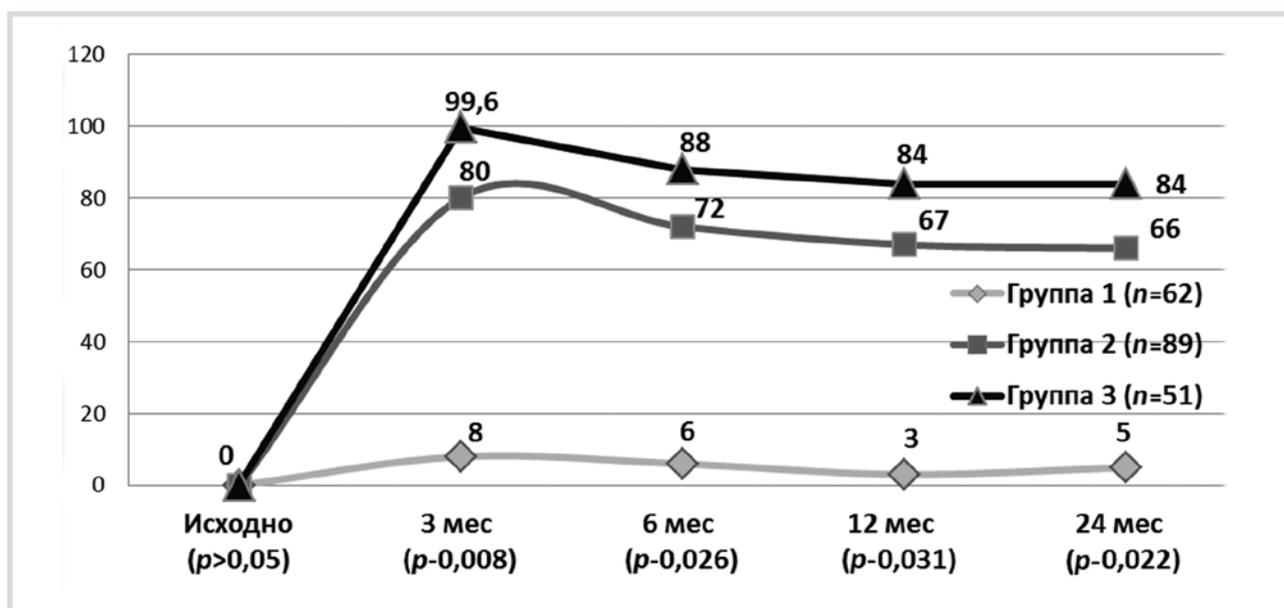


Рис. 6. Сохранность синусового ритма в исследуемых группах.

Fig. 6. Freedom from recurrent atrial fibrillation in all groups.

PADN одновременно с коррекцией митрального порока и фибрилляции предсердий (3-я группа). Группами контроля явились идентичные пациенты, где также выполнялись операция по поводу дисфункции митрального клапана (1-я группа) и одновременная коррекция митрального порока с фибрилляцией предсердий (2-я группа). Специфическое лечение легочной гипертензии в этих группах не применялось. Несмотря на отсутствие отдаленных результатов хирургического лечения и небольшую выборку больных, представленные в ходе исследования данные демонстрируют лучшие показатели обратного ремодели-

рования полостей сердца, снижения легочной гипертензии, увеличения сократительной способности миокарда, а также восстановления и сохранения синусового ритма в 3-й группе по сравнению с группами контроля. Нормализация легочной гипертензии в данном случае обусловлена не только ликвидацией митрального порока, но и денервацией симпатических ганглиев, расположенных в легочном стволе и устьях легочных артерий, что проявляется ликвидацией спазма мелких артерий и артериол с последующей вазодилатацией и, как следствие, увеличением емкости малого круга кровообращения. Предложенная процедура

PADN проста в техническом исполнении и не увеличивает время ишемии миокарда, так как проводится в условиях параллельного искусственного кровообращения. Среднее время проведения денервации легочных артерий составляло 5–7 мин.

Результатом проведенной работы является демонстрация практической значимости, эффективности и безопасности предложенной методики. Стоит отметить, что при одномоментном выполнении процедуры Maze IV используется один и тот же биполярный зажим-деструктор AtriCure для хирургического лечения фибрилляции предсердий и высокой легочной гипертензии. Использование биполярного зажима позволяет выполнить циркулярную денервацию, что, по нашему мнению, имеет большую эффективность в сравнении с методикой абляции только передней стенки легочного ствола и устьев легочных артерий.

На основании данных, полученных в ходе проведенной исследовательской работы, можно сделать следующие выводы.

1. Процедура PADN является эффективным и безопасным методом хирургического лечения высокой вторичной легочной гипертензии, способствует обратному ремоделированию полостей сердца, в частности — левого предсердия ($p=0,01$), нормализации легочной гипертензии и уменьшению сердечной недостаточности ($p=0,023$).

2. Комплексное хирургическое лечение пациентов с митральным пороком, фибрилляцией предсердий и высокой легочной гипертензией позволяет значительно улучшить результаты процедуры Maze IV за счет восстановления и сохранения синусового ритма уже через 3 мес после операции ($p=0,008$).

3. Необходимо продолжить дальнейшее исследование процедуры PADN с анализом отдаленных результатов, вовлечением большего числа пациентов и использованием данной методики у больных с неклапанной причиной высокой легочной гипертензии.

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare no conflict of interest**

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Goldberg SH, Elmariah S, Miller M, Fuster V. Insights Into Degenerative Aortic Valve Disease. *J Am Coll Cardiol*. 2007;50(13):1205-1213.
- Thiago L, et al. Statins for progression of aortic valve stenosis and the best evidence for making decisions in health care. *Sao Paulo Med J*. 2011;129(1):41-50.
- Lunga V, et al. A prospective survey of patients with valvular heart disease in Europe: The Euro Heart Survey on Valvular Heart Disease. *Eur Heart J*. 2003;24:1231-1243.
- Резник Е.В., Шебзухова М.М., Пузенко Д.В., Никитин И.Г. Алгоритмы ведения пациентов с клапанными пороками сердца: часть 1. *Справочник поликлинического врача*. 2018;05:61-68. Reznik EV, Shebzuхова MM, Puzenko DV, Nikitin IG. Algorithms of management of patients with valvular heart defects: chast' 1. *Spravochnik poliklinicheskogo vracha*. 2018;05:61-68. (In Russ.).
- Трофимов Н.А., Медведев А.П., Драгунов А.Г., и др. Денервация легочного ствола и устьев легочных артерий у пациентов с хирургической коррекцией патологии митрального клапана на фоне высокой легочной гипертензии. *Альманах клинической медицины*. 2017;45(3):192-199. Trofimov NA, Medvedev AP, Dragunov AG, et al. Denervation of pulmonary trunk and mouth of pulmonary arteries in patients with surgical correction of mitral valve pathology on the background of high pulmonary hypertension. *Al'manakh klinicheskoy meditsiny*. 2017; 45(3):192-199. <https://doi.org/10.18786/2072-0505-2017-45-3-192-199>
- Трофимов Н.А., Медведев А.П., Бабокин В.Е., Жамлиханов Н.Х., Драгунов А.Г., Гартфельдер М.В., Николаева О.В., Драгунова М.В. Эффективность оперативного лечения митральной недостаточности с фибрилляцией предсердий неишемической этиологии. *Медицинский альманах*. 2014;5(35):165-169. Trofimov NA, Medvedev AP, Babokin VE, Zhamlikhanov NK, Dragunov AG, Gartfel'der MV, Nikolaeva OV, Dragunova MV. The effectiveness of surgical treatment of mitral insufficiency, with atrial fibrillation of non-ischemic etiology. *Meditsinskiy al'manakh*. 2014; 5(35):165-169. (In Russ.).
- Шипулин В.М., Козлов Б.Н., Кривошеков Е.В., Казаков В.А., Лежнев А.А., Бабокин В.Е., Ватолина Т.В. Морфофункциональная характеристика миокарда пациентов с постинфарктным ремоделированием как возможная причина неблагоприятных результатов оперативного лечения. *Грудная и сердечно-сосудистая хирургия*. 2009;5(5):37-41. Shipulin VM, Kozlov BN, Krivoshechokov EV, Kazakov VA, Lezhnev AA, Babokin VE, Vatolina TV. Morphofunctional characteristics of myocardium of patients with postinfarction remodeling as a possible cause of adverse results of surgical treatment. *Grudnaya i serdечно-sosudistaya khirurgiya*. 2009;5(5):37-41. (In Russ.).
- Сулимов В.А., Лишута А.С. Перспективы лечения пациентов с фибрилляцией предсердий. *Рациональная фармакотерапия в кардиологии*. 2011;7(3):323-333. Sulimov VA, Lishuta AS. Prospects of treatment of patients with atrial fibrillation. *Ratsional'naya farmakoterapiya v kardiologii*. 2011;7(3):323-333. (In Russ.).
- Трофимов Н.А., Медведев А.П., Бабокин В.Е., Демарин О.И., Жамлиханов Н.Х., Драгунов А.Г., Гартфельдер М.В., Николаева О.В., Драгунова М.В. Улучшение результатов хирургической коррекции сложных нарушений ритма и профилактика их рецидива у кардиохирургических пациентов. *Альманах клинической медицины*. 2015;38:74-80. Trofimov NA, Medvedev AP, Babokin VE, Demarin OI, Zhamlikhanov NH, Dragunov AG, Gartfel'der MV, Nikolaeva OV, Dragunova MV. Improvement of the results of surgical correction of complex rhythm disturbances and prevention of their recurrence in cardiac surgery patients. *Al'manakh klinicheskoy meditsiny*. 2015;38:74-80. (In Russ.).
- Jun Seok Kim, Song Am Lee, Jae Bum Park, et al. Preoperative risk factor analysis of postoperative stroke after Cox-maze procedure with mitral valve repair/BMC. *Cardiovascular Disorders*. 2014;1471-2261/14/116.
- Бокерия Л.А., Шенгелия Л.Д. Лечение фибрилляции предсердий. Часть II. Сегодняшние реалии и завтрашние перспективы. *Анналы аритмологии*. 2014;11(2):76-86. Bokeriya LA, Shengeliya LD. Treatment of atrial fibrillation. Part II. Today's realities and tomorrow's prospects. *Annaly aritmologii*. 2014;11(2):76-86. (In Russ.).
- Тер-Акопян А.В., Ликов В.Ф., Алехин М.Н., и др. Опыт эндоваскулярной имплантации устройства WATCHMAN у больных с фибрилляцией предсердий. *Кардиология*. 2015;55(9):22-24. Ter-Akopyan AV, Likov VF, Alekhin MN, et al. Experience of endovascular implantation of WATCHMAN device in patients with atrial fibrillation. *Kardiologiya*. 2015;55(9):22-24. (In Russ.).
- Богачев-Прокофьев А.В., Сапегин А.В., Пивкин А.Н., и др. Оценка частоты возникновения фибрилляции предсердий у больных с пороками митрального клапана и атриомегалией. *Анналы аритмологии*. 2017;14(2):73-80.

- Bogachev-Prokof'ev AV, Sapegin AV, Pivkin AN, et al. Evaluation of frequency of occurrence of atrial fibrillation in patients with mitral valve disease and acromegalia. *Annaly aritmologii*. 2017;14(2):73-80. (In Russ.).
15. Бабокин В.Е., Шипулин В.М., Антонченко И.В., Баталов Р.Е., Лукьяненко П.И., Айманов Р.В., Попов С.В. Радиочастотные метки в хирургическом лечении больных с постинфарктной аневризмой левого желудочка и желудочковыми тахикардиями. *Грудная и сердечно-сосудистая хирургия*. 2011;(5):23-28. Babokin VE, Shipulin VM, Antonchenko IV, Batalov RE, Luk'yanenok PI, Aimanov RV, Popov SV. Radiofrequency marks in surgical treatment of patients with postinfarction left ventricular aneurysm and ventricular tachycardia. *Grudnaya i serdechno-sosudistaya khirurgiya*. 2011;(5):23-28. (In Russ.).
 16. Мамчур С.Е., Хоменко Е.А., Чистюхин О.М., Курилин М.Ю., Иванов А.Ю. Эффективность и безопасность радиочастотной абляции медленных путей атриовентрикулярного проведения в орошаемом режиме с использованием нефлюороскопического навигационного картирования. *Вестник аритмологии*. 2012;69:28-31. Mamchur SE, Khomenko EA, Chistyukhin OM, Kurilin MYu, Ivanov AYu. Efficiency and safety of radiofrequency ablation of slow pathways of atrioventricular conduction in irrigated mode using non-fluoroscopic navigation mapping. *Vestnik aritmologii*. 2012;69:28-31. (In Russ.).
 17. Kirchhof P, Benussi S, Kotecha D, Ahlsson A, Atar D, Casadei B, et al. 2016 ESC Guidelines for the management of atrial fibrillation developed in collaboration with EACTS. *Europace*. 2016;18(11):1609-1678.
 18. Васковский В.А., Сергуладзе С.Ю. Возможности и перспективы хирургического лечения фибрилляции предсердий. *Анналы аритмологии*. 2016;13(2):64-72. Vaskovskiy VA, Serguladze SYu. Possibilities and prospects of surgical treatment of atrial fibrillation. *Annaly aritmologii*. 2016;13(2):64-72. (In Russ.).
 19. Gillinov AM, Gelijs AC, Parides MK, DeRose JJJr, Moskowitz AJ, Voisine P, et al. Surgical ablation of atrial fibrillation during mitral-valve surgery. *N Engl J Med*. 2015;372(15):1399-1409.
 20. Железнев С.И., Демидов Д.П., Афанасьев А.В., и др. Радиочастотная денервация легочной артерии при хирургической коррекции диспластических пороков митрального клапана с высокой легочной гипертензией. *Российский кардиологический журнал*. 2016;11(139):70-72. Zheleznev SI, Demidov DP, Afanas'ev AV, et al. Radiofrequency denervation of the pulmonary artery in surgical correction of dysplastic mitral valve defects with high pulmonary hypertension. *Rossiyskiy kardiologicheskij zhurnal*. 2016;11(139):70-72. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2016-11-70-72>
 21. Hurdman J, Condliffe R, Elliot CA, Davies C, Hill C, Wild JM, Capener D, Sephton P, Hamilton N, Armstrong IJ, Billings C, Lawrie A, Sabroe I, Akil M, O'Toole L, Kiely DG. ASPIRE registry: assessing the Spectrum of Pulmonary hypertension Identified at a Referral centre. *Eur Respir J*. 2012;39(4):945-955. <https://doi.org/10.1183/09031936.00078411>
 22. Богунецкий А.А., Усов В.Ю., Бабокин В.Е. Магнитно-резонансная томография сердца с контрастным усилением: прогностическая роль в определении аритмогенного очага. *Бюллетень сибирской медицины*. 2014;13(1):98-102. Bogunetskiy AA, Usov VYu, Babokin VE. Magnetic resonance imaging of the heart with contrast enhancement: prognostic role in determining arrhythmogenic focus. *Vyulleten' sibirskoy meditsiny*. 2014;13(1):98-102. (In Russ.).
 23. Simonneau G, Gatzoulis MA, Adatia I, et al. Updated clinical classification of pulmonary hypertension. *J Am Coll Cardiol*. 2013;62:D34-D41.
 24. Трофимов Н.А., Медведев А.П., Бабокин В.Е., и др. Эффективность процедуры PADN у пациентов с высокой легочной гипертензией на фоне дисфункции митрального клапана, осложненной фибрилляцией предсердий, и влияние на сохранность синусового ритма в послеоперационном периоде. Медицинский альфавит. *Кардиология*. 2018;4(374):18-24. Trofimov NA, Medvedev AP, Babokin VE, et al. The effectiveness of PADN procedure in patients with high pulmonary hypertension on the background of mitral valve dysfunction complicated by atrial fibrillation, and the effect on the preservation of sinus rhythm in the postoperative period. *Meditsinskiy alfavit. Kardiologiya*. 2018;4(374):18-24. (In Russ.).
 25. Rubin LJ. Primary pulmonary hypertension. *N Engl J Med*. 1997;336(2):111-117. <https://doi.org/10.1056/NEJM199701093360207>
 26. Galiè N, Manes A, Negro L, Palazzini M, Bacchi-Reggiani ML, Branzi A. A metaanalysis of randomized controlled trials in pulmonary arterial hypertension. *Eur Heart J*. 2009;30(4):394-403. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehp022>
 27. Hoeper MM, Barberà JA, Channick RN, et al. Diagnosis, assessment, and treatment of non-pulmonary arterial hypertension pulmonary hypertension. *J Am Coll Cardiol*. 2009;54(1 Suppl):S85-S96. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2009.04.008>
 28. Osorio J, Russek M. Reflex changes on the pulmonary and systemic pressures elicited by stimulation of baroreceptors in the pulmonary artery. *Circ Res*. 1962;10:664-667. <https://doi.org/10.1161/01.RES.10.4.664>
 29. Baylen BG, Emmanouilides GC, Juratsch CE, Yoshida Y, French WJ, Criley JM. Main pulmonary artery distention: a potential mechanism for acute pulmonary hypertension in the human newborn infant. *J Pediatr*. 1980;96(3 Pt 2):540-544.
 30. Juratsch CE, Jengo JA, Castagna J, Laks MM. Experimental pulmonary hypertension produced by surgical and chemical denervation of the pulmonary vasculature. *Chest*. 1980;77(4):525-530. <https://doi.org/10.1378/chest.77.4.525>
 31. Guazzi M, Vitelli A, Labate V, Arena R. Treatment for pulmonary hypertension of left heart disease. *Curr Treat Options Cardiovasc*. 2012;14:319-327.
 32. Chen SL, Zhang FF, Xu J, Xie DJ, Zhou L, Nguyen T, Stone GW. Pulmonary artery denervation to treat pulmonary arterial hypertension: the single-center, prospective, first-in-man PADN-1 study (first-in-man pulmonary artery denervation for treatment of pulmonary artery hypertension). *J Am Coll Cardiol*. 2013;62(12):1092-1100. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2013.05.075>
 33. Briongos Figuero S, Moya Mur JL, García-Lledó A, Centella T, Salido L, Aceña Navarro Á, García Martín A, García-Andrade I, Oliva E, Zamorano JL. Predictors of persistent pulmonary hypertension after mitral valve replacement. *Heart Vessels*. 2016;31(7):1091-1099. <https://doi.org/10.1007/s00380-015-0700-2>
 34. Богачев-Прокофьев А.В., Железнев С.И., Афанасьев А.В., Фоменко М.С., Демидов Д.П., Шарифулин Р.М., Пивкин А.Н., Астапов Д.А., Семенова Е.И., Иванов С.Н., Караськов А.М. Абляция ганглионарных сплетений легочной артерии при хирургическом лечении пороков митрального клапана у пациентов с высокой легочной гипертензией. *Патология кровообращения и кардиохирургия*. 2015;19(4):19-25. Bogachev-Prokof'ev AV, Zheleznev SI, Afanas'ev AV, Fomenko MS, Demidov DP, Sharifulin RM, Pivkin AN, Astapov DA, Semenova EI, Ivanov SN, Karas'kov AM. Ablation of pulmonary artery ganglion plexus in surgical treatment of mitral valve defects in patients with high pulmonary hypertension. *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokhirurgiya*. 2015;19(4):19-25. (In Russ.).
 35. Трофимов Н.А., Медведев А.П., Драгунов А.Г., и др. Способ хирургического лечения вторичной легочной гипертензии у пациентов с хирургической коррекцией патологии митрального клапана. *Медицинский альманах*. 2017;3(48):33-37. Trofimov NA, Medvedev AP, Dragunov AG, et al. Method of surgical treatment of secondary pulmonary hypertension in patients with surgical correction of mitral valve pathology *Meditsinskiy al'manakh*. 2017;3(48):33-37. (In Russ.).

Поступила 20.05.2019

Received 20.05.2019

Принята в печать 27.05.2019

Accepted 27.05.2019