



*Омеляненко А.С.¹, Ускач Т.М.², Мавлюдов Т.И.¹, Насибуллина А.Р.¹,
Хазиахметов Д.Ф.¹, Черкашин Д.И.², Ардус Д.Ф.², Сапельников О.В.²

ПРИМЕНЕНИЕ РАСШИРЕННОЙ КРИОБАЛЛОННОЙ АБЛАЦИИ У ПАЦИЕНТОВ С ПЕРСИСТИРУЮЩЕЙ И ДЛИТЕЛЬНО ПЕРСИСТИРУЮЩЕЙ ФОРМАМИ ФИБРИЛЛЯЦИИ ПРЕДСЕРДИЙ

¹Медико-санитарная часть Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет», ул. Кремлёвская, д. 18, г. Казань 420008, Российская Федерация;

²Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии имени академика Е.И. Чазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, ул. Академика Чазова, д. 15 а, г. Москва 121552, Российская Федерация

*Ответственный автор: Омеляненко Антон Сергеевич, заведующий хирургическим отделением №3, МСЧ ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», ул. Кремлёвская, д. 18, г. Казань 420008, Российская Федерация, e-mail: a.omelianenko_se@mail.ru, ORCID: 0000-0002-5976-7922

Ускач Татьяна Марковна, д.м.н., профессор, ведущий научный сотрудник, отдел заболеваний миокарда и сердечной недостаточности, ФГБУ «НМИЦ им. ак. Е.И. Чазова» Минздрава России; профессор кафедры кардиологии, ФГБУ ДПО РМАНПО Минздрава России, г. Москва, Российская Федерация, e-mail: tuskach@mail.ru, ORCID: 0000-0003-4318-0315

Мавлюдов Тимур Ирекович, врач – сердечно-сосудистый хирург, МСЧ ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», г. Казань, Российская Федерация, ORCID: 0009-0008-5741-282X

Насибуллина Алия Рафисовна, врач – кардиолог, МСЧ ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», г. Казань, Российская Федерация, ORCID: 0009-0007-1351-3576

Хазиахметов Данияр Фаридович, к.м.н., доцент, врач – сердечно-сосудистый хирург, МСЧ ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», г. Казань, Российская Федерация, ORCID: 0000-0002-1876-5736

Черкашин Дмитрий Игоревич, к.м.н., старший научный сотрудник, лаборатория хирургических и рентгенхирургических методов лечения нарушений ритма сердца, отдел сердечно-сосудистой хирургии, ФГБУ «НМИЦ им. ак. Е.И. Чазова» Минздрава России, г. Москва, Российская Федерация, ORCID: 0000-0003-1679-1719

Ардус Дарин Фаресовна, к.м.н., младший научный сотрудник, лаборатория хирургических и рентгенхирургических методов лечения нарушений ритма сердца, отдел сердечно-сосудистой хирургии, ФГБУ «НМИЦ им. академика Е.И. Чазова» Минздрава России, г. Москва, Российская Федерация, e-mail: darina.ardus@gmail.com, ORCID: 0000-0001-8305-1855

Сапельников Олег Валерьевич, д.м.н., главный научный сотрудник лаборатории хирургических и рентгенхирургических методов лечения нарушений ритма сердца отдела сердечно-сосудистой хирургии, ФГБУ «НМИЦ им. академика Е.И. Чазова» Минздрава России, г. Москва, Российская Федерация, e-mail: sapelnikovov@mail.ru, ORCID: 0000-0002-5186-2474

РЕЗЮМЕ

Цель. Изучить эффективность и безопасность расширенной криобаллонной аблации у пациентов с персистирующей и длительно персистирующей формами фибрилляции предсердий в сравнении с классической методикой криобаллонной аблации.

Методы. В исследование включено 117 пациентов, с персистирующей (73 пациента) и длительно персистирующей (44 пациента) формами фибрилляции предсердий, медиана фракции выброса левого желудочка составила 58,0% [54,0; 60,0]. Медиана размера левого предсердия составила 4,2 см [4,00; 4,60]. Выполнен сравнительный анализ результатов классической криобаллонной аблации – группа сравнения (56 пациентов) и криобаллонной аблации дополненной изоляцией задней стенки левого предсердия – группа наблюдения (61 пациент).

Результаты. Эффективность криобаллонной аблации дополненной изоляцией задней стенки левого предсердия составила 73,8% (n – 45), криобаллонная аблация 67,9% (n – 38) при 12-месячном сроке наблюдения. Различия безрецидивной выживаемости, оцененные с помощью теста отношения правдоподобия, были статистически значимы (p=0,030). Статистически значимых различий в безопасности выявлено не было. В ходе данного исследования не было зарегистрировано жизнеугрожающих осложнений.

Заключение. Обе методики показали сопоставимо безопасные результаты. Изоляция задней стенки левого предсердия является более эффективным методом катетерного лечения персистирующей и длительно персистирующей форм фибрилляции предсердий в сравнении с классической изоляцией устьев лёгочных вен.

Ключевые слова: изоляция задней стенки левого предсердия, криобаллонная аблация, персистирующая фибрилляция предсердий

Информация о соблюдении этических норм. Исследование было выполнено в соответствии со стандартами надлежащей клинической практики (Good Clinical Practice) и принципами Хельсинкской Декларации. Исследование было проведено в рамках клинической апробации Минздрава России 2019-7-14. Все участники исследования предоставили информированное согласие.

Вклад авторов. Все авторы соответствуют критериям авторства ICMJE. Авторский вклад (по системе Credit): Омеляненко А.С. – методология проведения исследования, проведение исследования, создание черновика рукописи, визуализация; Ускач Т.М. – концептуализация, руководство исследованием,

администрирование проекта; Мавлюдов Т.И. – проведение исследования; Насибуллина А.Р. – проведение исследования; Хазиахметов Д.Ф. – верификация данных, администрирование данных, формальный анализ; Черкашин Д.И. – проведение исследования; Ардус Д.Ф. – создание рукописи и её редактирование; Сапельников О.В. – концептуализация, руководство исследованием, администрирование проекта.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

✉ A.OMELIANENKO_SE@MAIL.RU

Для цитирования: Омеляненко А.С., Ускач Т.М., Мавлюдов Т.И., Насибуллина А.Р., Хазиахметов Д.Ф., Черкашин Д.И., Ардус Д.Ф., Сапельников О.В. Применение расширенной криобаллонной аблации у пациентов с персистирующей и длительно персистирующей формами фибрилляции предсердий. Евразийский кардиологический журнал. 2025;(1):6-15. <https://doi.org/10.38109/2225-1685-2025-1-6-15>

Рукопись получена: 23.11.2024 | **Рецензия получена:** 21.01.2025 | **Принята к публикации:** 28.01.2025

© Группа авторов, 2025

Данная статья распространяется на условиях «открытого доступа», в соответствии с лицензией CC BY-NC-SA 4.0 («Attribution-NonCommercial-ShareAlike» / «Атрибуция-Некоммерчески-Сохранение Условий» 4.0), которая разрешает неограниченное некоммерческое использование, распространение и воспроизведение на любом носителе при условии указания автора и источника. Чтобы ознакомиться с полными условиями данной лицензии на русском языке, посетите сайт: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.ru>



*Anton S. Omelyanenko¹, Tatiana M. Uskach², Timur I. Mavludov¹, Aliya R. Nasibullina¹, Daniyar F. Khaziakhmetov¹, Dmitriy I. Cherkashin², Darin F. Arduş², Oleg V. Sapelnikov²

POSTERIOR WALL ISOLATION USING THE CRYOBALLOON ABLATION IN PATIENTS WITH PERSISTENT AND LONG-STANDING PERSISTENT ATRIAL FIBRILLATION

¹*INSTITUTE OF FUNDAMENTAL MEDICINE AND BIOLOGY, KAZAN FEDERAL UNIVERSITY, 18 KREMLEVSKAYA STREET, KAZAN 420008, RUSSIAN FEDERATION;*
²*E.I. CHAZOV NATIONAL MEDICAL RESEARCH CENTRE OF CARDIOLOGY, ST. ACADEMICIAN CHAZOVA, 15 A, MOSCOW 121552, RUSSIAN FEDERATION.*

*Corresponding author: Anton S. Omelyanenko, Head of Surgical Department No. 3, Institute of Fundamental Medicine and Biology, Kazan Federal University, 18 Kremlevskaya street, Kazan 420008, Russian Federation, e-mail: a.omelianenko_se@mail.ru, ORCID: 0000-0002-5976-7922

Tatiana M. Uskach, Dr. of Sc. (Med.), Professor, Leading Research Fellow, Department of Myocardial Diseases and Heart Failure, E.I. Chazov National Medical Research Center of Cardiology; Professor, Chair of Cardiology, Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Moscow, Russian Federation, e-mail: tuskach@mail.ru, ORCID: 0000-0003-4318-0315

Darin F. Arduş, Cand. of Sc. (Med.), Junior researcher, the Laboratory of Surgical and X-ray Surgical Methods for the Treatment of Cardiac Arrhythmias, Department of Cardiovascular Surgery, E.I. Chazov National Medical Research Centre of Cardiology, Moscow, Russian Federation, e-mail: darina.ardus@gmail.com, ORCID: 0000-0001-8305-1855

Oleg V. Sapelnikov, Dr. of Sci. (Med.), Chief Researcher, the Laboratory of Surgical and X-Ray Surgical Methods for the Treatment of Cardiac Arrhythmias, Department of Cardiovascular Surgery, E.I. Chazov National Medical Research Centre of Cardiology, Moscow, Russian Federation, e-mail: sapelnikovov@mail.ru, ORCID: 0000-0002-5186-2474

Anton S. Omelyanenko, Head of Surgical Department No. 3, Institute of Fundamental Medicine and Biology, Kazan Federal University, Kazan, Russian Federation, ORCID: 0000-0002-5976-7922

Timur I. Mavludov, Cardiovascular Surgeon, Institute of Fundamental Medicine and Biology, Kazan Federal University, Kazan, Russian Federation, ORCID: 0009-0008-5741-282X

Aliya R. Nasibullina, Cardiologist, Institute of Fundamental Medicine and Biology, Kazan Federal University, Kazan, Russian Federation, ORCID: 0009-0007-1351-3576

Daniyar F. Khaziakhmetov, Cand. of Sc. (Med.), Associate Professor, Cardiovascular Surgeon, Institute of Fundamental Medicine and Biology, Kazan Federal University, Kazan, Russian Federation, ORCID: 0000-0002-1876-5736

Dmitriy I. Cherkashin, Cand. of Sc. (Med.), Senior Research, the Laboratory of Surgical and X-ray Surgical Methods for the Treatment of Cardiac Arrhythmias, Department of Cardiovascular Surgery, E.I. Chazov National Medical Research Centre of Cardiology, Moscow, Russian Federation, ORCID: 0000-0003-1679-1719

SUMMARY

Aim. To evaluate the efficacy and safety of posterior wall isolation using the cryoballoon ablation in patients with persistent and long-standing persistent forms of atrial fibrillation in comparison with pulmonary vein antrum cryoballoon isolation.

Methods. One hundred seventeen (n=117) patients with persistent (n=73) and long-standing persistent (n=44) atrial fibrillation, median left ventricular ejection fraction was 58.0% [54.0; 60.0]. The median size of the left atrial was 4.2 cm [4.00; 4.60]. A comparative analysis of the results of cryoballoon isolation supplemented with isolation of the posterior wall of the left atrium – group A (61 patients) and classic cryoballoon pulmonary vein antrum cryoballoon isolation – group B (56 patients) was performed.

Results. In one-year follow-up the efficacy of cryoballoon isolation supplemented with isolation of the posterior wall of the left atrium was significantly higher – 73.8% (n=45) than in cryoballoon pulmonary vein isolation – 67.9% (n=38) (p=0,030). There were no statistically significant differences in complication rates between the groups. No life-threatening complications were recorded during this study.

Conclusion. Both methods showed comparable safe results. Isolation of the posterior wall using cryoballoon in addition to pulmonary vein isolation is a more effective method of catheter treatment of persistent and long-persistent forms of atrial fibrillation in comparison with classic cryoballoon isolation of the atrial fibrillation.

Keywords: persistent atrial fibrillation, cryoballoon ablation, posterior wall isolation

Ethical Compliance Information. The study was performed in accordance with the standards of Good Clinical Practice and the principles of the Declaration of Helsinki. The study was conducted as part of the clinical trial of the Russian Ministry of Health on 2019-7-14. All study participants provided informed consent.

Authors' contributions. All authors meet the ICMJE criteria for authorship. CRediT author statement: Anton S. Omelyanenko – methodology, investigation, investigation, writing – original draft, visualization; Tatiana M. Uskach – super-

vision, project administration; Timur I. Mavludov – investigation; Aliya R. Nasibullina – investigation; Daniyar F. Khaziakhmetov – validation, data curation, formal analysis; Dmitriy I. Cherkashin – investigation; Darin F. Arduş – writing – review & editing; Oleg V. Sapelnikov – conceptualization, supervision, project administration.

Funding. The study didn't have sponsorship.

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

✉ A.OMELIANENKO_SE@MAIL.RU

For citation: Anton S. Omelyanenko, Tatiana M. Uskach, Timur I. Mavludov, Aliya R. Nasibullina, Daniyar F. Khaziakhmetov, Dmitriy I. Cherkashin, Darin F. Arduş, Oleg V. Sapelnikov. Posterior wall isolation using the cryoballoon ablation in patients with persistent and long-standing persistent atrial fibrillation. Eurasian heart journal. 2025;(1):6-15 (In Russ.). <https://doi.org/10.38109/2225-1685-2025-1-6-15>

Received: 23.11.2024 | Revision Received: 21.01.2025 | Accepted: 28.01.2025

© Collective of authors, 2025

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

ВВЕДЕНИЕ

Фибрилляция предсердий (ФП) — наиболее распространённое нарушение ритма сердца, часто приводящее к госпитализации. С ростом продолжительности жизни заболеваемость ФП увеличивается. ФП повышает риск тромбоэмболических осложнений (в 3-4 раза), включая инсульт, способствует прогрессированию сердечной недостаточности и является независимым предиктором внезапной сердечной смерти [1, 2, 3].

Лечение фибрилляции предсердий (ФП) остаётся одной из самых сложных задач в кардиологии и аритмологии. Современные антиаритмические препараты не всегда эффективны в сохранении синусового ритма и предотвращении рецидивов ФП [4, 5, 6]. Необходимы дальнейшие исследования для разработки более эффективной медикаментозной терапии и углубления понимания механизмов ФП [7].

Катетерная абляция — минимально инвазивный метод лечения ФП, включающий радиочастотную и криобаллонную абляцию. Криобаллонная абляция (КБА) считается более простой в освоении и воспроизведении, обеспечивая надёжную изоляцию устьев лёгочных вен (УЛВ) [8]. Этот метод широко применяется при пароксизмальной форме ФП благодаря своей эффективности и безопасности. Преимущества КБА включают равномерное повреждение ткани, четкие границы воздействия и меньшую зависимость от оператора [9, 10].

Исследование Fire and Ice подтвердило, что КБА реже требует повторных госпитализаций, абляций и кардиоверсий по сравнению с радиочастотной абляцией [9, 10]. Aryan A. и соавторы выделили анатомическую область вокруг левого предсердия и лёгочных вен как ключевую в поддержании ФП, особенно при постоянной форме [11, 12].

Однако долгосрочная эффективность и безопасность КБА при персистирующей и длительно персистирующей ФП требуют дальнейшего изучения. В последние годы активно исследуется возможность проведения дополнительных катетерных воздействий в области задней стенки левого предсердия для повышения эффективности катетерной абляции при персистирующей ФП. Целью нашей работы стало исследование эффективности и безопасности расширенной КБА, включая такие дополнительные воздействия, у пациентов с персистирующей и длительно персистирующей формами ФП.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В период с 2019 по 2021 год было проведено проспективное, рандомизированное исследование эффективности и безопасности расширенной КБА у пациентов с персистирующей и длительно персистирующей формами ФП. Все процедуры катетерной абляции проводились на базе Медико-санитарной части Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет», г. Казань, и Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии имени академика Е.И. Чазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва. Исследование выполнено в рамках протокола клинической апробации, одобренной Минздравом Российской Федерации. В исследование на основании представленных ниже критериев включения и исключения было отобрано 117 пациентов с симптомной персистирующей и длительно персистирующей формами ФП, ранее не оперированных методом КБА и имевших показания для проведения катетерных методов лечения ФП.

Клинико-демографические характеристики пациентов представлены в таблице 1. Среди включённых в исследование пациентов с диагнозом персистирующая и длительно персистирующая формы ФП 73 (62%) пациента имели длительность персистенции до 12 месяцев и 44 (38%) пациента имели длительность персистенции более года. Стоит отметить, что среди пациентов с длительно персистирующей формой медиана продолжительности аритмии составила 19,1 [15,8; 25,9] месяцев, а длительность анамнеза, связанного с ФП, составила 23,6 [19,1; 58,4] месяцев. Что же касается пациентов с длительностью персистенции до одного года, то их медиана продолжительности аритмии составила 5,7 [3,6; 8,5] месяцев, а длительность анамнеза по ФП составила 9,0 [5,9; 32,2] месяцев.

Возраст включённых в исследование пациентов составил 61,0 [55,0; 67,0] лет. Медиана индекса массы тела (ИМТ) была выше нормальных значений и составила 28,7 [26,4; 31,6]. По результатам эхокардиографии (ЭхоКГ) отмечалась дилатация левого предсердия (ЛП): объем – 87,0 [74,0; 95,0] мл, размер – 4,20 [4,00; 4,60] см. Медиана фракции выброса левого желудочка (ФВ ЛЖ) составила 58%.

Таблица 1. Клинико-демографические характеристики пациентов [собственные данные]

Table 1. Clinical and demographic characteristics of patients [own data]

Показатели	Me	Q1-Q3	min	Max
Возраст, Me (полных лет)	61,0	55,0-67,0	35,0	75,0
ИМТ, Me (кг/м ²)	28,7	26,4-31,6	19,0	42,4
CHA2DS2-VASC, Me (балл)	2,00	1,00-3,00	0,00	6,00
Длительность персистирующей ФП, Me (месяцев)	8,8	4,7-17,8	0,9	69,0
Длительность анамнеза ФП, Me (месяцев)	19,1	8,5-54,1	0,9	189,9
Объем ЛП до операции, Me (мл)	87,0	74,0-95,0	39,0	137,0
Размер ЛП до операции, Me (см)	4,20	4,00-4,60	3,00	5,60
МН до операции, Me (степени)	1,5	1,0-2,0	1,0	3,0
КДР до операции, Me (см)	4,80	4,6-5,0	3,80	5,70
Толщина МЖП до операции, Me (см)	1,10	1,10-1,20	0,80	1,50
СДЛА до операции, Me (мм рт. ст.)	31,00	29,00-36,00	20,00	50,00
ФВ ЛЖ до операции, Me (%)	58,0	54,0-60,0	27,0	68,0

Примечание: Me – медиана; ИМТ – индекс массы тела; ФП – фибрилляция предсердий; МН – митральная недостаточность; КДР – конечно-диастолический размер; МЖП – межжелудочковая перегородка; СДЛА – систолическое давление в легочной артерии; ЛП – левое предсердие; ФВ – фракция выброса; ЛЖ – левый желудочек.

Note: Me – median; BMI – body mass index; AF – atrial fibrillation; MR – mitral regurgitation; EDD – end-diastolic diameter; IVS – interventricular septum; PASP – pulmonary artery systolic pressure; LA – left atrium; EF – ejection fraction; LV – left ventricle.

Среди заболеваний сердечно-сосудистой системы у исследуемых пациентов (табл. 2) в 84,6% случаев была выявлена гипертоническая болезнь. Ишемическая болезнь сердца, сахарный диабет, хроническая сердечная недостаточность и острая недостаточность мозгового кровообращения (ОНМК) в анамнезе составили 19,7%, 12%, 10,3% и 8,5% соответственно. Другие сердечно-сосудистые заболевания составили 8%.

Таблица 2. Заболевания сердечно-сосудистой системы у исследуемых пациентов [собственные данные]
Table 2. Cardiovascular diseases in patients [own data]

Сопутствующие заболевания	Пациентов (n)	%	95% ДИ
ГБ	99	84,6	76,8-90,6
ИБС	23	19,7	12,9-28,0
СД	14	12	6,7-19,3
ХСН	12	10,3	5,4-17,2
ОНМК (ТИА)	10	8,5	4,2-15,2
Другие ССЗ	8	6,8	3,0-13,0

Примечание: ГБ – гипертоническая болезнь; ИБС – ишемическая болезнь сердца; СД – сахарный диабет; ХСН – хроническая сердечная недостаточность; ОНМК – острая недостаточность мозгового кровообращения; ТИА – транзиторная ишемическая атака; ССЗ – сердечно-сосудистые заболевания.

Note: AH – arterial hypertension; IHD – ischemic heart disease; DM – diabetes mellitus; CHF – chronic heart failure; ACHF – acute cerebrovascular insufficiency; TIA – transient ischemic attack; CVD – cardiovascular disease.

Проводилась простая случайная рандомизация. Пациенты, подвергавшиеся КБА, были разделены на две группы. В исследуемой группе (группа наблюдения, 61 случай) пациентам проведена КБА УЛВ и задней стенки левого предсердия (ЗСЛП) с последующим вольтажным картированием многополюсным катетером HD Grid на навигационной системе Ensite Precision. В группе сравнения (56 случаев) пациентам проводилась стандартная КБА УЛВ (табл. 3).

Критериями включения являлись достижение совершеннолетия, задокументированная симптоматическая персистирующая ФП, рефрактерная к антиаритмическим препаратам I и III классов, ожидаемая продолжительность жизни более 1 года.

Таблица 3. Исходные демографические данные пациентов в группах [собственные данные]
Table 3. Baseline demographic data of patients in groups [own data]

Показатель	Группа наблюдения (n=61)	Группа сравнения (n=56)	p
Возраст, лет	62,0 [52;66]	59,5 [56,8;68,2]	0,855
Мужчины/женщины, n (%)	35 (57,4)/ 26 (42,6)	33 (58,9)/ 23 (41,1)	0,865
ИМТ, кг/м ²	28,7 [26,9; 31,6]	28,7 [26,4; 30,8]	0,872
ФК EHRA, n (%):			
IIa, n	6 (9,8)	2 (3,6)	0,209
IIb, n	16 (26,6)	9 (16,1)	
III, n	35 (57,4)	45 (75)	
IV, n	4 (6,6)	3 (5,4)	
Анамнез ФП, мес.	19,1 [8,5; 32,2]	17,0 [7,2; 64,0]	0,836
Персистирующая Длительно персистирующая форма ФП, n (%)	36 (59,0) 25 (41,0)	37 (66,1) 19 (33,9)	0,431
Размер ЛП, см	4,20 [3,90;4,60]	4,25 [4,00;4,60]	0,397
Объем ЛП, мл	83,0 [74,0; 94,0]	87,5 [75,0; 102,2]	0,120
ФВ ЛЖ, %	58,0 [54,0; 61,0]	58,0 [54,0;60,0]	0,569

Примечание: ИМТ – индекс массы тела; ФК – функциональный класс; EHRA – European Heart Rhythm Association; Me – медиана; ФП – фибрилляция предсердий; ЛП – левое предсердие; ЛЖ – левый желудочек.

Note: BMI – body mass index; FC – functional class; EHRA – European Heart Rhythm Association; Me – median; AF – atrial fibrillation; LA – left atrium; LV – left ventricle.

От пациентов было получено информативное согласие на интервенционное вмешательство.

Критериями исключения были: серьезные психические или неврологические расстройства, а также любые другие состояния или заболевания, которые могли бы помешать участию пациента в исследовании; резистентность к антикоагулянтной терапии, тромбозы полостей сердца, наличие ишемической болезни сердца, требующей хирургической реваскуляризации; острый коронарный синдром; острая сердечная недостаточность; выраженные коагулопатии, тяжёлые анемии; наличие показаний к коррекции клапанной патологии; лихорадка и тяжёлые инфекционные заболевания; язвенная болезнь в стадии обострения.

Оценка эффективности проводилась по результатам контрольного осмотра через 3, 6, 12, 18, 24 месяцев после проведённой процедуры. Контроль ритма производился путём контроля электрокардиограммы (ЭКГ) и 24-часового монитора ЭКГ при очном визите.

В группе наблюдения был имплантирован петлевой регистратор. В целом длительность наблюдения составила до 24 месяцев.

Методика проведения КБА УЛВ

Под ультразвуковым контролем осуществлялся венозный доступ, путём пункции яремной и бедренной вены устанавливались гемостатические интродьюсеры, проводилось позиционирование диагностических 10-полюсных электродов в коронарный синус и правый желудочек.

Пункция межпредсердной перегородки (МПП) выполнялась по стандартной методике с применением контрастного вещества или под контролем внутрисердечной эхокардиографии (ВСЭхоКГ). Системная гепаринизация достигалась путём внутривенного введения гепарина из расчета 100 ЕД на 1 кг массы тела. Вся процедура выполнялась под контролем активированного времени свертывания крови (АСТ – activated clotting time) с целевыми значениями не менее 300 секунд.

По установленному проводнику во время пункции МПП в полость ЛП проводилась система доставки FlexCath Advance, через которую заводился криобаллонный катетер Arctic Front Advance Pro 28 мм с диагностическим электродом Achieve (Medtronic).

Позиционировался криобаллонный катетер в УЛВ под рентген-контролем и/или ВСЭхоКГ с подтверждением окклюзии ЛВ.

Контроль полной окклюзии УЛВ осуществлялся с применением рентгенконтрастного вещества, при использовании флюороскопического контроля. В момент обтурации устья ЛВ баллоном катетера подавалось контрастное вещество по доставляющему каналу в окклюзированную вену. По накоплению контрастного вещества в вене судили о наличии полной обтурации вены. Так же контроль осуществлялся путём введения физиологического раствора при поддержке внутрисердечного ультразвукового контроля. В момент обтурации УЛВ баллоном катетера, подавался физиологический раствор по доставляющему каналу в окклюзированную вену. По визуализации появления раствора в полости ЛП или его отсутствия можно судить о наличии полной обтурации вены.

Длительность криоапликации каждой легочной вены составляла 240 сек при температуре выше -55 градусов Цельсия и 180 сек при достижении более низких температур. Последовательность аппликаций была следующей: левая верхняя ЛВ, левая нижняя ЛВ, правая нижняя ЛВ, правая верхняя ЛВ.

Перед проведением воздействий на правых ЛВ диагностический электрод из правого желудочка позиционировался на латеральной стенке верхней полой вены (ВПВ), и выполнялась стимуляция диафрагмального нерва для контроля возможного риска его повреждения.

Осуществлялся контроль изоляции ЛВ (оценка блокады входа и выхода, потенциалов ЛВ на электроде Achieve). При отсутствии изоляции ЛВ наносились дополнительные криовоздействия под рентген-контролем или под контролем ВСЭхоКГ.

Для окклюзии ЛВ баллоном были использованы несколько технических вариантов:

- 1) метод «прямой окклюзии» для правой и левой верхней ЛВ;
- 2) метод «hockey stick» или «хоккейной клюшки» для правой и левой нижней ЛВ;
- 3) в редких случаях, когда не удавалось полностью окклюзировать ЛВ, использовался метод «pull down». При вытекании контраста в области нижнего полюса баллона на пятидесятой секунде криовоздействия проводилось опускание системы доставки для прижатия баллона к нижнему полюсу УЛВ. Данная методика проведения КБА УЛВ применялась в группе сравнения.

Методика изоляции ЗСЛП

В ходе проведения оперативных вмешательств в группе наблюдения изоляции УЛВ дополнялась изоляцией задней стенки левого предсердия (ИЗСЛП). Диагностический катетер Achieve устанавливался и «закреплялся» в верхней левой ЛВ. Изоляция задней стенки проводилась поэтапно, проводились поочередно аппликации от устья ЛВ в медиальном направлении последовательно по 2-4 воздействия от каждой ЛВ, прижимая криобаллон к задней стенке. Каждое последующее воздействие проводилось с частичным (30-50%) перекрытием предыдущего. Позиционирование криобаллонного катетера у УЛВ осуществлялось под рентген-контролем и ВСЭхоКГ. Затем Achieve переустанавливался в правую верхнюю ЛВ и так же поэтапно в медиальном направлении проводилось криовоздействие, создавая тем самым верхнюю линию изоляции ЗСЛП. Затем Achieve переставлялся в левую нижнюю и правую нижнюю ЛВ и аналогичным образом, поэтапно создавалась нижняя линия изоляции ЗСЛП. В ряде случаев применялся маневр «хоккейной клюшки» для увеличения площади ИЗСЛП.

Для обеспечения прижатия криобаллона к ЗСЛП проводился поворот интродьюсера по часовой стрелке при нахождении диагностического катетера в левых ЛВ и против часовой стрелки при нахождении Achieve в правых ЛВ. Степень поворота интродьюсера определялась по тактильным ощущениям и на основании рентгенологической картинки и данных ВСЭхоКГ.

Осуществлялся контроль за положением баллона, чтобы каждое последующее положение баллона для аппликации перекрывало предыдущее на 30-50 процентов. Таким образом, создавалась непрерывная линия изоляции. В каждой позиции производилась криоапликация длительностью в 150 секунд. Температура в пищеводе контролировалась пищеводным температурным датчиком, который устанавливался трансназально. Температура в пищеводе, в проекции проведения криовоздействия не должна была опускаться ниже 20 градусов, в случае достижения данной температуры, криовоздействие прекращалось. К окончанию ИЗСЛП сформировывались две непрерывных линии, между верхними ЛВ и нижними ЛВ. Проводился контроль ИЗСЛП (оценка блока входа и выхода, потенциалов ЗСЛП на электроде Achieve, позиционированного в области воздействий, и/или проводилось вольтажное картирование) (рис. 1).

Проводилась оценка отсутствия расхождения листков перикарда с помощью ЭхоКГ или ВСЭхоКГ, удаление катетеров и интродьюсеров, наложение давящих повязок на места пункции центральных вен.

Внутренний протокол безопасности

Пункции центральных, яремных и бедренных вен проводились под ультразвуковым контролем с целью снижения риска местных осложнений.

Перед введением криобаллона в интродьюсер баллон раздувался в ванночке с физиологическим раствором и с его поверхности удалялись пузырьки воздуха. Затем баллон, находясь в растворе, сдувался и на него одевалась пластиковая обойма. Через Y-коннектор еще раз под давлением прогонялся физиологический раствор с целью окончательного удаления остатков воздуха из внутреннего канала криобаллона и с поверхности находящегося в канале диагностического электрода Achieve.

Проведение всем пациентам мультиспиральной компьютерной томографии с контрастным усилением органов грудной клетки являлось неотъемлемой частью локального протокола безопасности. Проведение данного исследования позволяло заранее понимать анатомию, аномалии и возможные сопутствующие патологии. В нашей практике были выявлены тромбозы легочной артерии, периферический рак левого легкого, тромбоз ВПВ, врожденное отсутствие нижней полой вены и другие патологии.

Статистический анализ проводился с использованием программы StatTech v. 4.0.1 (ООО "Статтех", Россия), встроенного пакета анализа табличного процессора Excel® 2016 (Microsoft, США), и программы статистического анализа SPSS v26.0 (IBM, США).

Количественные показатели оценивались на предмет соответствия нормальному распределению с помощью критерия Шапиро-Уилка (при числе исследуемых менее 50) или критерия Колмогорова-Смирнова (при числе исследуемых более 50).

Количественные показатели, имевшие нормальное распределение, описывались с помощью средних арифметических величин (M) и стандартных отклонений (SD), границ 95% доверительного интервала (95% ДИ).

В случае отсутствия нормального распределения количественные данные описывались с помощью медианы (Me) и нижнего и верхнего квартилей (Q1-Q3).

Категориальные данные описывались с указанием абсолютных значений и процентных долей.

Сравнение двух групп по количественному показателю, имевшему нормальное распределение, при условии равенства дисперсий выполнялось с помощью t-критерия Стьюдента.

Сравнение двух групп по количественному показателю, распределение которого отличалось от нормального, выполнялось с помощью U-критерия Манна-Уитни.

Сравнение процентных долей при анализе четырехпольных таблиц сопряженности выполнялось с помощью критерия хи-квадрат Пирсона (при значениях ожидаемого явления более 10), точного критерия Фишера (при значениях ожидаемого явления менее 10).

Сравнение процентных долей при анализе многопольных таблиц сопряженности выполнялось с помощью критерия хи-квадрат Пирсона.

Оценка функции выживаемости пациентов проводилась по методу Каплана-Мейера. График оценки функции выживаемости представляет из себя убывающую ступенчатую линию, значения функции выживаемости между точками наблюдений считаются константными. Метод Каплана-Мейера позволяет выполнять анализ цензурированных данных, т.е. оценивать выживаемость с учетом того, что пациенты могут выбывать в ходе эксперимента или иметь разные сроки наблюдения.

При сравнении нормально распределенных количественных показателей, рассчитанных для двух связанных выборок, использовался парный t-критерий Стьюдента.

При сравнении количественных показателей, распределение которых отличалось от нормального, в двух связанных группах, использовался критерий Уилкоксона.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Из 117 пациентов, включённых в исследование, 68 (58,12%) были мужского пола. Медиана возраста пациентов в группе наблюдения составила 62 [52;66] года, в группе сравнения 59,5 [56,8;68,2] лет.

Анализ антропометрических данных, функциональный класс (ФК) ЕНРА, анамнез ФП и данных ЭхоКГ до операции в зависимости от групп показал, что исходные характеристики пациентов в обеих группах были схожи и группы сопоставимы (табл. 3). Стоит отметить, что все пациенты имели ограничение повседневной активности из-за симптомной ФП.

Рецидивом считались документированные эпизоды устойчивых приступов ФП или ТП продолжительностью более 30 секунд. Отсутствие жалоб и документированных эпизодов предсердной аритмии на протяжении до 24 месяцев наблю-

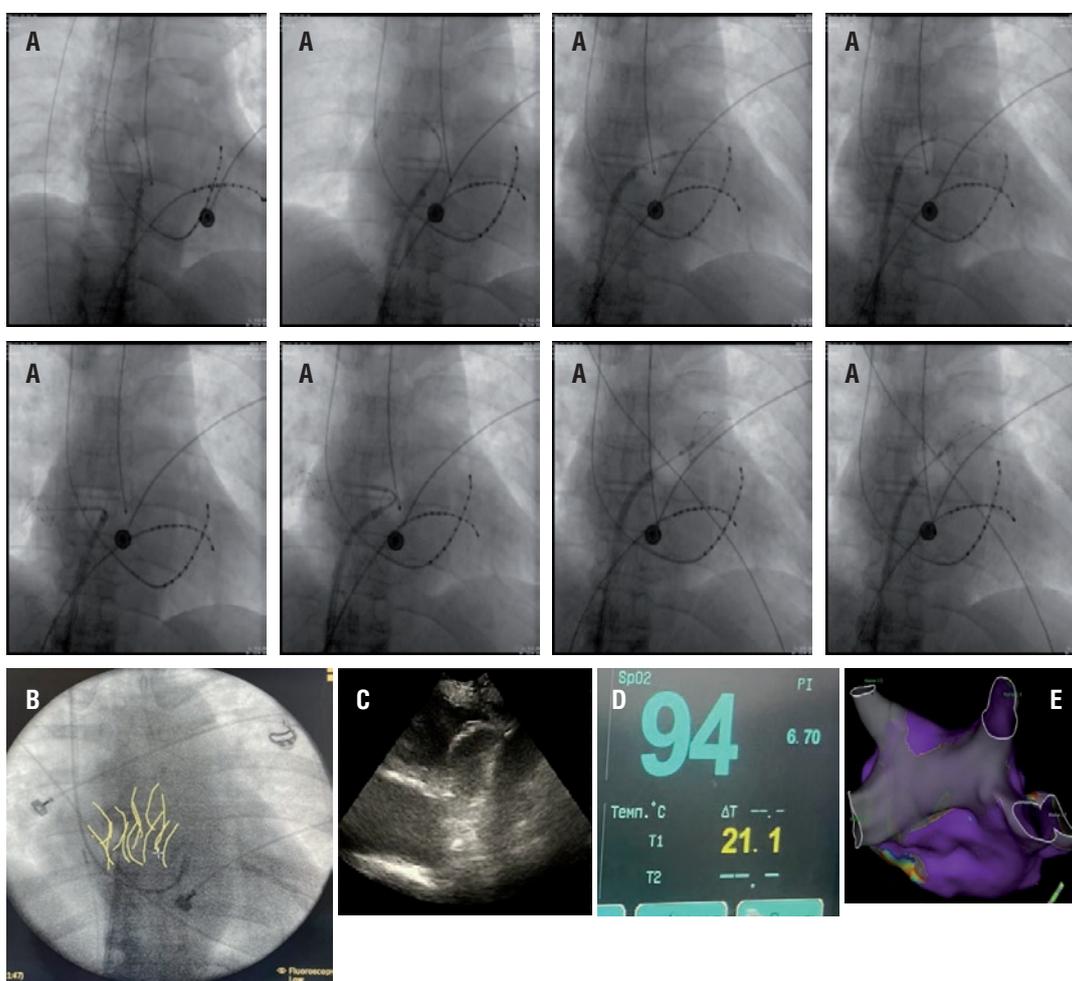


Рисунок 1. Основные этапы проведения и контроля процедуры ИЗСЛП [данные архива кардиохирургического отделения МСЧ ФГАОУ ВО КФУ]. А – Контроль позиционирования криобаллона при изоляции задней стенки левого предсердия (ИЗСЛП). В – обозначение края баллона проведённых аппликаций. С – контроль положения баллона методом внутрисердечной эхокардиографии. D – Контроль температуры в пищеводе в процессе криоаппликации, показания пищеводастного температурного датчика. E – картирование левого предсердия после проведённой ИЗСЛП (навигационная система Ensite Precision)

Figure 1. Main stages of the isolation and control procedures of the PWI [from the archive, cardiac surgery department of the Medical and Sanitary Unit of the Institute of Fundamental Medicine and Biology, Kazan Federal University]. A – Control of the cryoballoon direction during the isolation of the posterior wall of the left atrium (PWI). B – designation of the edge of the balloon of the completed applications. C – control positions of the balloon by the method of intracardiac echocardiography. D – control of the temperature in the esophagus during cryoapplication, readings of the esophageal temperature sensor. E – mapping of the left atrium after the performed PWI (Ensite Precision navigation system)

дения интерпретировались как двухгодичная эффективность вмешательства. Анализ свободы от аритмии показал, что медиана в группе сравнения составила 17 месяцев от начала наблюдения (95% ДИ: 14-25 месяцев), медиана в группе наблюдения не была достигнута. В группе сравнения 75 перцентиль составил 4 месяцев от начала наблюдения (95% ДИ: 2-14 месяцев), 75 перцентиль в группе наблюдения составил 12 месяцев от начала наблюдения (95% ДИ: 2-17 месяцев). Анализ показал, что 25 перцентиль в группе сравнения не был достигнут, 25 перцентиль в группе наблюдения так же не был достигнут (рис. 2), так же был рассчитан риск рецидива по группам (табл. 4).

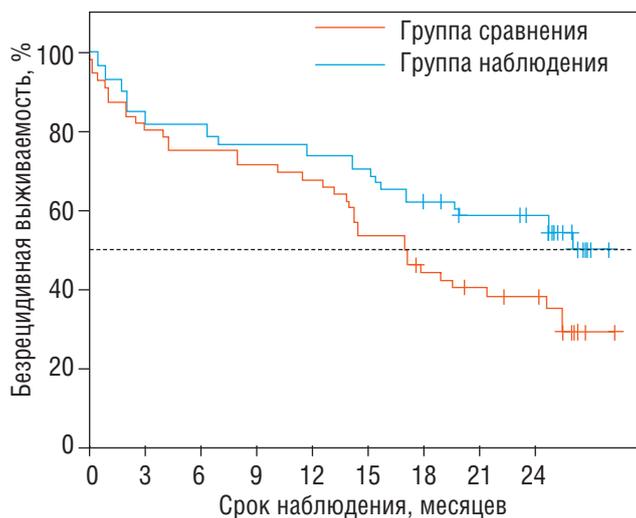
Различия безрецидивной выживаемости, оцененные с помощью теста отношения правдоподобия, были статистически значимы ($p=0,030$).

Построение ROC-кривых с определением факторов, влияющих на рецидив аритмии была статистически значимой при оценке зависимости вероятности наличия рецидива от ИМТ.

Таблица 4. Значения риска рецидива [собственные данные]
Table 4. Recurrence risk values [own data]

Срок наблюдения (месяцев)	Группа сравнения		Группа наблюдения	
	Риск рецидива (%)	95% ДИ	Риск рецидива (%)	95% ДИ
3,0	19,6	11,4-32,7	18,0	10,4-30,2
6,0	25,0	15,6-38,5	18,0	10,4-30,2
12,0	32,1	21,6-46,1	26,2	17,0-39,2
18,0	55,5	43,1-68,8	37,7	26,9-51,1
24,0	61,6	49,0-74,4	41,3	30,1-54,7

Примечание/Note: ДИ – доверительный интервал (CI – confidence interval)



Группа сравнения									
Наблюдений	56	45	42	40	38	30	23	18	15
Цензурировано	0	0	0	0	0	0	2	5	7
Событий	0	11	14	16	18	26	31	33	34
Группа наблюдения									
Наблюдений	61	50	50	47	45	43	37	32	28
Цензурировано	0	0	0	0	0	0	1	4	8
Событий	0	11	11	14	16	18	23	25	25

Рисунок 2. Кривая свободы от аритмии в зависимости от групп [собственные данные]

Figure 2. Arrhythmia freedom curve depending on the groups [own data]

Таким образом, при оценке зависимости вероятности наличия рецидива от ИМТ с помощью ROC-анализа была получена следующая кривая (рис. 3).

Площадь под ROC-кривой составила $0,622 \pm 0,051$ с 95% ДИ: 0,521-0,723. Полученная модель была статистически значимой ($p=0,024$).

Пороговое значение ИМТ в точке cut-off, которому соответствовало наивысшее значение индекса Юдена, составило $28,075 \text{ кг/м}^2$. Наличие прогнозировалось при значении ИМТ выше данной величины или равном ей. Чувствительность и специфичность модели составили 69,2% и 59,6%, соответственно (рис. 4).

Интраоперационные осложнения

Количество осложнений достоверно не отличалось в обеих группах.

Парез диафрагмального нерва возник у двух пациентов, по одному случаю в каждой группе. В первом случае он произошёл

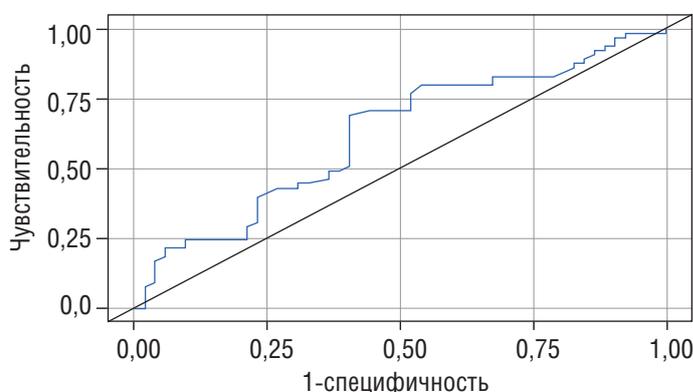


Рисунок 3. ROC-кривая, характеризующая зависимость вероятности наличия рецидива от ИМТ [собственные данные]

Figure 3. ROC curve characterizing the dependence of the probability of relapse on BMI [own data]

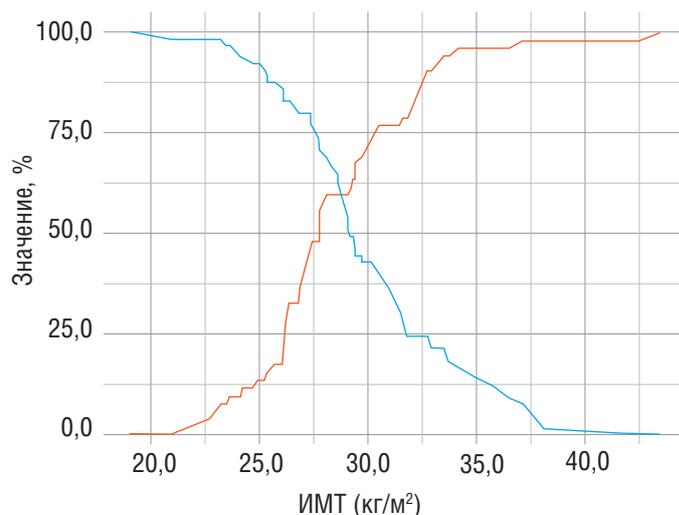


Рисунок 4. Анализ чувствительности и специфичности модели в зависимости от пороговых значений индекса массы тела (ИМТ) [собственные данные]

Figure 4. Sensitivity and specificity analysis of the model depending on the threshold values of body mass index (BMI) [own data]

при работе на правой нижней ЛВ, во втором – на правой верхней ЛВ. Дальнейшее восстановление его функции произошло в первом случае через 4 месяца, во втором – в течение 3 дней.

Сепарация листков перикарда до 6 мм была выявлена у одного пациента в группе наблюдения в раннем послеоперационном периоде по данным контрольного ЭхоКГ. В ходе динамического наблюдения гемодинамика была стабильна. Дренирование полости перикарда не потребовалось. Пациент был выписан на 6-е сутки.

Гематома в области пункции бедренной вены была выявлена у одного пациента. Хирургического вмешательства не потребовалось, разрешилась консервативно.

В ходе данного исследования не было зарегистрировано жизнеугрожающих осложнений, таких как тампонада сердца, инсульт, транзиторная ишемическая атака, инфаркт миокарда.

Анализ рецидивов аритмии по результатам наблюдения

В течении первого года в группе наблюдения с рецидивом столкнулись 16 (26,2%) пациентов, а в группе сравнения – 18 (32,1%) больных. При анализе структуры рецидивов в группе наблюдения было выявлено, что у 12 (75,0%) пациентов регистрировались короткие и редкие пароксизмы ФП; у троих человек (18,8%) – зарегистрирована персистирующая форма ФП; у одного пациента (6,2%) на ЭКГ подтверждено атипичное трепетание предсердий. Трое пациентов с персистирующей формой ФП и один больной с атипичным трепетанием предсердий были подвергнуты повторной абляции. Стоит отметить, что причиной рецидивов, вероятно, являлись прорывы с ЗСЛП, которые были выявлены при вольтажном картировании (рис. 5). При последующем наблюдении зарегистрированных случаев рецидива у этих пациентов не отмечалось.

В группе наблюдения пациентам был имплантирован петлевой регистратор. Длительность наблюдения достигала до 24

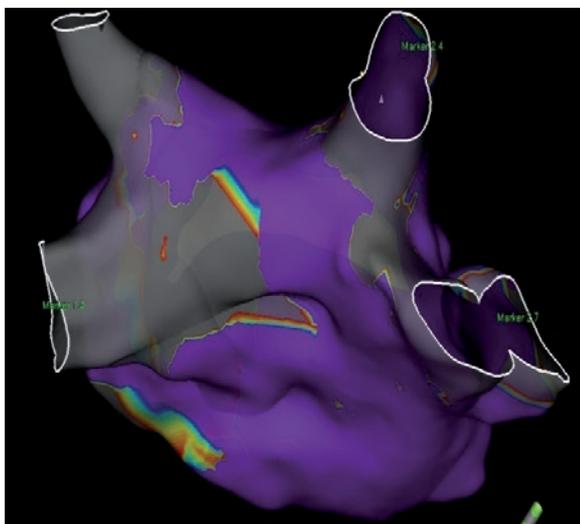


Рисунок 5. Прорыв по задней стенке левого предсердия [собственные данные]

Figure 5. Breakthrough along the posterior wall of the left atrium [own data]

Примечание: Вольтажная карта построена катетером HD-grid на системе Ensite Precision. Регистрация потенциалов проводилась от 0,1 мВ. Свыше 0,5 мВ считались потенциалы неизменных зон предсердия

Note: The voltage map was constructed using the HD-grid catheter on the Ensite Precision system. Potentials were recorded from 0.1 mV. Potentials of unchanged atrial zones were considered to be above 0.5 mV.

месяцев. На момент итогового анализа данных 15 пациентов не преодолели рубеж наблюдений в 24 месяца (8 в группе наблюдения и 7 в группе сравнения). При оценке отчётов о нарушениях ритма, полученных с портала Medtronic Carelink, отмечена значительная эффективность проведённого хирургического лечения. Так, у 75,4% (n=46) пациентов за истекший период наблюдения нарушения ритма регистрировались менее 1% времени, преимущественно это были короткие, бессимптомные пароксизмы длительностью несколько секунд (рис. 6), в эту же группу вошли пациенты, у которых нарушения ритма не регистрировались вовсе. У 8,2% (n=5) пациентов «бремя» аритмии составилось от 1 до 5% – в этот процент попали пациенты с пароксизмами ФП длительностью не более 5 минут, такие пароксизмы также были практически бессимптомные. У 3,3% (n=2) пациентов длительность рецидивирования нарушений ритма составила от 5 до 10%, при прицельной оценке данных с петлевых регистраторов выявлены пароксизмы до 1 часа, однако не все пароксизмы были симптомными. Большинство эпизодов не сопровождалось ухудшением качества жизни. Оставшиеся 13,1% (n=8) прооперированных больных вернулись в персистирующую форму или имели длительные, более 24 часов, пароксизмы.

Type	Date	Detected Duration		Max V. Rate	Median V. Rate
		hh:mm	hh:mm:ss		
Additional episodes may be available. Request a remote interrogation to fill in additional information.					
..... Summary Report 21-Jul-2023 -					
AF	30-Apr-2022	13:01	00:02:00	154 bpm	133 bpm
AF	26-Feb-2022	13:31	00:04:00	240 bpm	171 bpm
AF	15-Jan-2022	13:09	00:02:00	167 bpm	140 bpm
AF	19-Dec-2020	10:45	00:02:00	162 bpm	158 bpm

Рисунок 6. Пример эпизода отчета петлевого регистратора [данные архива кардиохирургического отделения МСЧ ФГАОУ ВО КФУ]

Figure 6. Example of a loop recorder report episode [from the archive, cardiac surgery department of the Medical and Sanitary Unit of the Institute of Fundamental Medicine and Biology, Kazan Federal University]

ОБСУЖДЕНИЕ

Дискутабельным остаётся выбор тактики интервенционного лечения пациентов с персистирующей и длительно персистирующей формами ФП ввиду вариабельного процента эффективности при применении «классической» антральной изоляции устья ЛВ. В проведённом нами исследовании продемонстрировано преимущество расширенной методики изоляции ЛП в сравнении с классической КБА УЛВ. По результатам 12-ти месяцев наблюдения эффективность удержания синусового ритма при отсутствии рецидивов составила 73,8% в группе наблюдения против 67,9% в группе сравнения (p=0,030). Стоит отметить, что в большинстве работ процедура расширенной абляции сопровождалась более высокой эффективностью по сравнению с классической методикой. Одной из первых работ, в которой оценивалась эффективность ИЗСЛП при помощи криобаллона, было исследование А. Агауана и соавт [10]. В данной работе для достижения полной изоляции УЛВ (1,8%) и ЗСЛП в 32,4% случаев потребовалось нанесение дополнительных радиочастотных воздействий. По результатам 12 месяцев наблюдения процент свободы от рецидива ФП был статисти-

чески значимо ниже в группе расширенной КБА по сравнению с изолированной КБА устьев ЛВ ($p=0,001$). Впоследствии авторами были опубликованы отдаленные результаты эффективности изоляции УЛВ с ИЗСЛП [13]. За период 18 ± 4 месяцев наблюдения среди 519 пациентов лишь 81 (15,6%) потребовалась повторная катетерная абляция ввиду развития симптомной ФП или атипичного трепетания предсердий. Основным предиктором повторной абляции являлся диаметр ЛП более 48 мм.

В исследовании Т. Nishimura и соавт. было также получено преимущество эффективности КБА УЛВ в сочетании с ИЗСЛП по сравнению с изолированной изоляцией УЛВ у пациентов с персистирующей формой ФП [14]. Годовая эффективность процедуры расширенной КБА составила 80% против 55,1% в группе КБА УЛВ ($p=0,01$).

Аналогичные результаты эффективности «расширенной методики» КБА ЛП были получены в работе J. Ahn и соавт., где по результатам $457,9\pm 61,8$ дней наблюдения частота рецидивов предсердных аритмий в группе КБА УЛВ с ИЗСЛП была статистически значимо ниже по сравнению с КБА УЛВ (24% против 46%, $p=0,035$) [15].

Следует отметить, что методика расширенной КБА ЛП является относительно безопасной, и ее применение не повышает риск развития жизнеугрожающих осложнений как по результатам данной работы, так и при анализе данных зарубежной литературы [11, 14, 15]. В редких случаях (до 2%) по аналогии с полученными нами результатами у пациентов развивался парез диафрагмального нерва с последующим его разрешением.

Тем не менее, остаётся открытым вопрос о необходимости достижения полной ИЗСЛП для снижения частоты рецидивов ФП. Так, в ретроспективном исследовании Т. Nishimura не было выявлено значительных преимуществ эффективности процедуры при достижении полной ИЗСЛП в сравнении со случаями, где после ИЗСЛП имелись прорывы по ЗСЛП. Авторы связывали это с большей зоной повреждения в антральной области ЛВ и как следствие, снижение критической массы указанной зоны, что способствовало элиминации внелегочного эктопического субстрата [14]. В работе J. Ahn также продемонстрирована значительно более высокая безрецидивная выживаемость у пациентов после КБА УЛВ с ИЗСЛП вне зависимости от достижения полной изоляции ЗС ЛП [15]. В проведенном нами исследовании пациентам проводилось вольтажное картирование после проведения ИЗСЛП и последующее нанесение дополнительных линий воздействия при обнаружении мест прорывов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данное исследование показывает непосредственные и отдаленные результаты криобаллонной изоляции УЛВ с ИЗСЛП у пациентов с персистирующей и длительно персистирующей формами ФП в сравнении с классической изоляцией УЛВ. Стоит отметить, что обе методики показали сопоставимо безопасные результаты. Учитывая анализ рецидивов и дополнительных хирургических вмешательств, стоит рассматривать рутинное применение вольтажного картирования после проведения ИЗСЛП с подтверждением состоятельности всех линий воздействия, а при выявлении мест прорывов – проведение дополнительных воздействий. Выбор энергии для дополнительных воздействий остаётся за оператором. Несмотря на возможную необходимость проведения дополнительного контроля с последующим дополнительным воздействием, изоляция ЗСЛП является более эффективным методом катетерного лечения персистирующей и длительно персистирующей форм ФП в сравнении с классической изоляцией УЛВ. Также стоит рассматривать тот факт, что по данным, полученным с петлевых регистраторов,

и по результату сбора анамнеза у пациентов, значимая часть рецидивов не привела к возврату симптомной персистирующей ФП на этапе наблюдения, что также можно оценить как благоприятный исход. Единственным фактором, ассоциированным с неэффективностью криоабляции фибрилляции предсердий в настоящем исследовании, являлись большие значения индекса массы тела. Это подчеркивает необходимость учёта данного параметра при планировании процедуры и оценке прогноза у пациентов с персистирующими формами ФП.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES:

1. Nishida K, Nattel S. Atrial fibrillation compendium: historical context and detailed translational perspective on an important clinical problem. *Circ Res.* 2014;114(9):1447-1452. <https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.114.303466>
2. Wright M, Narayan SM. Ablation of atrial fibrillation. *Trends Cardiovasc Med.* 2015;25(5):409-419. <https://doi.org/10.1016/j.tcm.2014.11.009>
3. Narayan SM, Krummen DE, Shivkumar K, Clopton P, Rappel WJ, Miller JM. Treatment of atrial fibrillation by the ablation of localized sources: CONFIRM (Conventional Ablation for Atrial Fibrillation With or Without Focal Impulse and Rotor Modulation) trial. *J Am Coll Cardiol.* 2012;60(7):628-636. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2012.05.022>
4. Heijman J, Voigt N, Nattel S, Dobrev D. Cellular and molecular electrophysiology of atrial fibrillation initiation, maintenance, and progression. *Circ Res.* 2014;114(9):1483-1499. <https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.114.302226>
5. Ардус Д.Ф., Ускач Т.М., Сапельников О.В., Акчурин Р.С. Расширенная катетерная абляция с минимальным использованием флюороскопии у пациента с фибрилляцией и трепетанием предсердий и сердечной недостаточностью. *Вестник аритмологии.* 2023;30(2):70-76. <https://doi.org/10.35336/VA-2023-2-09>
6. Ardus D.F., Uskach T.M., Sapelnikov O.V., Akchurin R.S. Extended catheter ablation with minimal fluoroscopy in a patient with atrial fibrillation and atrial flutter and heart failure. *Journal of Arrhythmology.* 2023;30(2):70-76. (In Russ.) <https://doi.org/10.35336/VA-2023-2-09>
6. Schuessler RB, Grayson TM, Bromberg BI, Cox JL, Boineau JP. Cholinergically mediated tachyarrhythmias induced by a single extrastimulus in the isolated canine right atrium. *Circ Res.* 1992;71(5):1254-1267. <https://doi.org/10.1161/01.res.71.5.1254>
7. Сапельников О.В., Куликов А.А., Черкашин Д.И., Гришин И.Р., Николаева О.А., Акчурин Р.С. Фибрилляция предсердий: механизмы развития, подходы и перспективы терапии. Рациональная фармакотерапия в кардиологии. 2020;16(1):118-125. <https://doi.org/10.20996/1819-6446-2020-02-15>
8. [Sapelnikov O.V., Kulikov A.A., Cherkashin D.I., Grishin I.R., Nikolaeva O.A., Akchurin R.S. Atrial Fibrillation: Development Mechanisms, Approaches and Prospects of Therapy. *Rational Pharmacotherapy in Cardiology* 2020;16(1):118-125. (In Russ.) <https://doi.org/10.20996/1819-6446-2020-02-15>]
8. Tomaiko E, Su WW. Comparing radiofrequency and cryoballoon technology for the ablation of atrial fibrillation. *Curr Opin Cardiol.* 2019 Jan;34(1):1-5. PMID: 30444763. <https://doi.org/10.1097/HCO.0000000000000578>
9. Knight BP, Novak PG, Sangrigoli R, Champagne J, et al. Long-Term Outcomes After Ablation for Paroxysmal Atrial Fibrillation Using the Second-Generation Cryoballoon: Final Results From STOP AF Post-Approval Study. *JACC Clin Electrophysiol.* 2019 Mar;5(3):306-314. <https://doi.org/10.1016/j.jacep.2018.11.006>
10. Smelley MP1, Knight BP. Approaches to catheter ablation of persistent atrial fibrillation. *Heart Rhythm.* 2009 Aug;6(8 Suppl):S33-8. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2009.02.012>
11. Aryana A, Baker JH, Espinosa Ginic MA, Pujara DK, Bowers MR, O'Neill PG, Ellenbogen KA, Di Biase L, d'Avila A, Natale A. Posterior wall isolation using the cryoballoon in conjunction with pulmonary vein ablation is superior to pulmonary vein isolation alone in patients with persistent atrial fibrillation: A multicenter experience. *Heart Rhythm.* 2018 Aug;15(8):1121-1129. PMID: 30060879. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2018.05.014>
12. Aryana A, Pujara DK, Allen SL, Baker JH, Espinosa MA, Buch EF, Srivatsa U, Ellis E, Makati K, Kowalski M, Lee S, Tadros T,

- Baykaner T, Al-Ahmad A, d'Avila A, Di Biase L, Okishige K, Natale A. Left atrial posterior wall isolation in conjunction with pulmonary vein isolation using cryoballoon for treatment of persistent atrial fibrillation (PIVoTAL): study rationale and design. *J Interv Card Electrophysiol.* 2021 Oct;62(1):187-198. Epub 2020 Oct 3. PMID: 33009645; PMCID: PMC8210744. <https://doi.org/10.1007/s10840-020-00885-w>
13. Aryana A, Di Biase L, Pujara DK, Baker JH, Espinosa MA, de Asmundis C, Bowers MR, O'Neill PG, Ellenbogen KA, Brugada P, Chierchia GB, d'Avila A, Natale A. Long-term durability of posterior wall isolation using the cryoballoon in patients with persistent atrial fibrillation: a multicenter analysis of repeat catheter ablations. *J Interv Card Electrophysiol.* 2021 Oct;62(1):161-169. <https://doi.org/10.1007/s10840-020-00887-8>
 14. Nishimura T, Yamauchi Y, Aoyagi H, Tsuchiya Y, Shigeta T, Nakamura R, Yamashita M, Asano M, Nakamura T, Suzuki H, Shimura T, Kurabayashi M, Keida T, Sasano T, Hirao K, Okishige K. The clinical impact of the left atrial posterior wall lesion formation by the cryoballoon application for persistent atrial fibrillation: Feasibility and clinical implications. *J Cardiovasc Electrophysiol.* 2019 Jun;30(6):805-814. <https://doi.org/10.1111/jce.13879>
 15. Ahn J, Shin DG, Han SJ, Lim HE. Does isolation of the left atrial posterior wall using cryoballoon ablation improve clinical outcomes in patients with persistent atrial fibrillation? A prospective randomized controlled trial. *Europace.* 2022;24(7):1093-1101. <https://doi.org/10.1093/europace/euac005>