



Внутрисердечное эхокардиографическое исследование. Нефлюороскопическая методика криобаллонной абляции фибрилляции предсердий. Мнение по проблеме

Шляков Д. А., Кропоткин Е. Б., Прокопенко А. В., Иваницкий Э. А., Сакович В. А.

Криобаллонная абляция (КБА) наряду с радиочастотной абляцией и абляцией высоким импульсным полем зарекомендовала себя как безопасный и не уступающий другим по эффективности метод с короткой кривой обучения и минимальными временными затратами. Методика КБА фибрилляции предсердий (ФП) подразумевает окклюзию устьев лёгочных вен криобаллоном, что подтверждается отсутствием протекания контрастного вещества из целевой вены на обзорной рентгенографии. После чего на устье окклюзированной вены наносится криовоздействие. Во многих работах было показано негативное влияние рентгенографии на организм человека. Особенно актуально это становится в центрах, осуществляющих выполнение большого объема оперативных вмешательств. В данной работе представлены непосредственные и отдаленные результаты нефлюороскопической КБА ФП с описанием методологии. Данная методика подразумевает манипуляции в сосудах и полостях сердца под контролем внутрисосудистого ультразвукового исследования (ВСУЗИ), что исключает введение контрастного вещества, ионизирующего излучения, с одновременным мониторингом положения инструментов в полостях сердца, а также эхо-свободного пространства. Методика описана пошагово и иллюстрирована скриншотами ВСУЗИ с пояснениями. Опыт применения нефлюороскопической методики КБА ФП в клинике более 8 лет показал, что её эффективность и безопасность не уступает классической с применением флюороскопии и венографии, исключает негативное воздействие ионизирующего излучения и рентгенконтрастного вещества, сохраняет принцип "одного выстрела", не увеличивает время операции, воспроизводима.

Ключевые слова: криобаллонная абляция, внутрисердечная эхокардиография, фибрилляция предсердий, изоляция устьев легочных вен, нефлюороскопическая криобаллонная абляция.

Отношения и деятельность: нет.

ФГБУ Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии, Красноярск, Россия.

Шляков Д. А. — сердечно-сосудистый хирург КХО № 2, ORCID: 0009-0008-3363-8461, Кропоткин Е. Б. — к.м.н., врач — сердечно-сосудистый хирург КХО № 2, ORCID: 0000-0001-9094-378X, Прокопенко А. В.* — врач кардиолог КХО № 2, ORCID: 0000-0002-9686-6583, Иваницкий Э. А. — д.м.н., зав. отделением КХО № 2, ORCID: 0000-0002-4946-8005, Сакович В. А. — д.м.н., главный врач, ORCID: 0000-0001-7743-8770.

*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):
aleksandra1001@gmail.com

ВПВ — верхняя полая вена, ВСУЗИ — внутрисосудистое ультразвуковое исследование, КБА — криобаллонная абляция, ЛВ — легочные вены, ЛП — левое предсердие, НПВ — нижняя полая вена, ПП — правое предсердие, РЧА — радиочастотная абляция, УЗ — ультразвуковой(ая), УЛВ — устье легочной вены, ФП — фибрилляция предсердий.

Рукопись получена 03.12.2025

Рецензия получена 22.12.2025

Принята к публикации 27.12.2025



Для цитирования: Шляков Д. А., Кропоткин Е. Б., Прокопенко А. В., Иваницкий Э. А., Сакович В. А. Внутрисердечное эхокардиографическое исследование. Нефлюороскопическая методика криобаллонной абляции фибрилляции предсердий. Мнение по проблеме. *Российский кардиологический журнал*. 2025;30(4S):6730. doi: 10.15829/1560-4071-2025-6730. EDN: IYGXSU

Intracardiac echocardiography. Non-fluoroscopy cryoballoon ablation of atrial fibrillation. Opinion on the issue

Shlyakov D. A., Kropotkin E. B., Prokopenko A. V., Ivanitsky E. A., Sakovich V. A.

Cryoballoon ablation (CBA), along with radiofrequency ablation and pulsed-field ablation, has proven to be a safe and equally effective method with a short learning curve and minimal time investment. The CBA technique for atrial fibrillation (AF) involves cryoballoon pulmonary vein occlusion, which is confirmed by the absence of contrast leakage from the target vein on fluoroscopy, followed by cryotherapy. Numerous studies have demonstrated the negative impact of fluoroscopy on the human body. This is especially relevant in centers performing a high volume of surgical procedures. This paper presents the immediate and long-term results of non-fluoroscopy CBA of AF and describes the methodology. This technique involves intravascular ultrasound-guided (IVUS) manipulations, eliminating the need for contrast agent or ionizing radiation. It also simultaneously monitors the position of tools within the heart cavities and the echo-free space. The technique is described step by step and illustrated with IVUS screenshots and explanations. Over eight years of clinical experience using non-fluoroscopy CBA of AF has demonstrated that its effectiveness and safety are comparable to the classical technique using fluoroscopy and venography. It eliminates the negative effects of ionizing radiation and radiocontrast agents, maintains the "one shot" principle, does not increase surgical time, and is reproducible.

Keywords: cryoballoon ablation, intracardiac echocardiography, atrial fibrillation, pulmonary vein isolation, nonfluoroscopy cryoballoon ablation.

Relationships and Activities: none.

Federal Center for Cardiovascular Surgery, Krasnoyarsk, Russia.

Shlyakov D. A. ORCID: 0009-0008-3363-8461, Kropotkin E. B. ORCID: 0000-0001-9094-378X, Prokopenko A. V.* ORCID: 0000-0002-9686-6583, Ivanitsky E. A. ORCID: 0000-0002-4946-8005, Sakovich V. A. ORCID: 0000-0001-7743-8770.

*Corresponding author: aleksandra1001@gmail.com

Received: 03.12.2025 **Revision Received:** 22.12.2025 **Accepted:** 27.12.2025

For citation: Shlyakov D. A., Kropotkin E. B., Prokopenko A. V., Ivanitsky E. A., Sakovich V. A. Intracardiac echocardiography. Non-fluoroscopy cryoballoon ablation of atrial fibrillation. Opinion on the issue. *Russian Journal of Cardiology*. 2025;30(4S):6730. doi: 10.15829/1560-4071-2025-6730. EDN: IYGXSU

Изоляция устьев легочных вен (ЛВ) (УЛВ) является конечной точкой интервенционного лечения фибрилляции предсердий (ФП). В последние десятилетия для этих целей были разработаны методики, использующие разные виды энергии. Криобаллонная абляция (КБА), наряду с радиочастотной абляцией (РЧА) и абляцией высоким импульсным полем, зарекомендовала себя как безопасный и не уступающий другим по эффективности метод с короткой кривой обучения и минимальными временными затратами [1]. Новые поколения баллонов позволили снизить количество аппликаций криоэнергии на УЛВ, включая так называемые бонусные — повторные, когда УЛВ уже было изолировано после предыдущего воздействия [2]. Более того, материалы и технологии новых баллонов позволили лучше адаптировать сферическую форму баллона к более овальной форме УЛВ. В итоге технология одного выстрела для изоляции УЛВ, с использованием криобаллона, наряду с РЧА, стала рутинно использоваться во многих центрах, включая клиники с небольшим ежегодным объемом абляций ФП [3].

Методика КБА ФП подразумевает окклюзию УЛВ криобаллоном, что подтверждается отсутствием протекания контрастного вещества из целевой вены на обзорной рентгеноскопии. После чего на устье окклюзированной вены наносится криовоздействие [4, 5]. Позиционирование криобаллона, диагностического циркулярного катетера в УЛВ, диагностического катетера в верхнюю полую вену (ВПВ), для стимуляции диафрагмального нерва, осуществляются под контролем рентгеноскопии. Во многих работах было показано негативное влияние рентгеноскопии на организм человека [6]. Ионизирующему излучению в рентген операционной подвергается весь медицинский персонал, участвующий в проведении оперативного лечения. Особенно актуально это становится в центрах, осуществляющих выполнение большого объема оперативных вмешательств [7].

Технологии 3D навигационного картирования и внутрисердечной ультразвуковой (УЗ) визуализации значительно изменили историю выполнения определенного вида интервенционных аритмологических вмешательств, позволив выполнять значительное количество процедур полностью без использования рентгеновского излучения [8]. В мировой литературе есть описания методики КБА под контролем внутрисосудистого УЗ исследования (ВСУЗИ). Данная методика подразумевает манипуляции в сосудах и полостях сердца под контролем ВСУЗИ, что исключает введение контрастного вещества, ионизирующего излучения, с одновременным мониторингом положения инструментов в волостях сердца, а также эхо-свободного пространства [9].

В данной работе мы представляем непосредственные и отдаленные результаты нефлюороскопической КБА ФП с описанием методологии.

Смена методики КБА ЛВ с классической, основанной на флюороскопической и ангиографической визуализации, на УЗ визуализацию в нашей клинике шла постепенно. Применение ВСУЗИ, как и у многих врачей, началось ограниченно с проведения транссептальной пункции и контроля эхо-свободного пространства. Следом ангиографию ЛВ для контроля окклюзии их криобаллоном стали сравнивать с применением для этой цели цветной доплероскопии и "пузырьковой" пробы, подтвердив сопоставимость результатов на двадцати процедурах, оставили только УЗ контроль. Учитывая, что для РЧА ФП нами уже активно использовались навигационные системы, в т.ч. без флюороскопии, не обошлось без их применения для КБА ФП. Так как использование криоконсоли в сочетании с магнитной навигацией было проблемно, применялась импедансная методика. Однако изучение возможности ВСУЗИ позволило найти позиции УЗ датчика для визуализации всех ЛВ в поперечном срезе и проводить визуализацию криобаллона в УЛВ с нескольких проекций, что при включении режима цветной доплероскопии и проведении "пузырьковой" пробы позволяет провести селективную его репозицию для достижения окклюзии [10, 11].

Методика нефлюороскопической КБА ЛВ

Венозный сосудистый доступ с обеих бедренных вен проводится в большинстве случаев под тактильным контролем, использование линейного УЗ датчика для визуализации бедренных вен проводится в случаях проблемной пункции и катетеризации. Двусторонний доступ используется по причине большого диаметра применяемого инструмента (10-12 Fr). Через левую бедренную вену проводится УЗ датчик Accunav Biosense Webster, через правую бедренную вену транссептальное доставляющее устройство и катетер для стимуляции. Исходное положение внутрисердечного датчика: рассматриваем поперечный срез рукоятки датчика как циферблат часов, нос пациента указывает на 12 ч, поворот датчика от себя — по часовой стрелке, к себе — против часовой стрелки; все три метки датчика в исходном положении должны указывать на 12 ч.

Основными УЗ анатомическими ориентирами при проведении УЗ катетера являются подвздошные артерии, брюшная аорта, печень. Для выведения данного изображения необходимо плавно провести датчик эхокардиографии по подвздошной вене, развернув основную метку (нижнюю неподвижную) в области 3 часов. Если возникают трудности в прохождении датчика в нижней полой вене (НПВ) — верхнюю метку датчика (А/Р) нужно плавно повернуть в сторону метки "А". По УЗ исследованию: датчик нырнет в просвет НПВ, плавно продвигаем датчик далее в просвет на 1-2 см, после — поворачиваем метку "А" в исходное положение (рис. 1).

После проведения датчика в правое предсердие (ПП) его ось ориентируется на 12 ч (нос пациента в положении

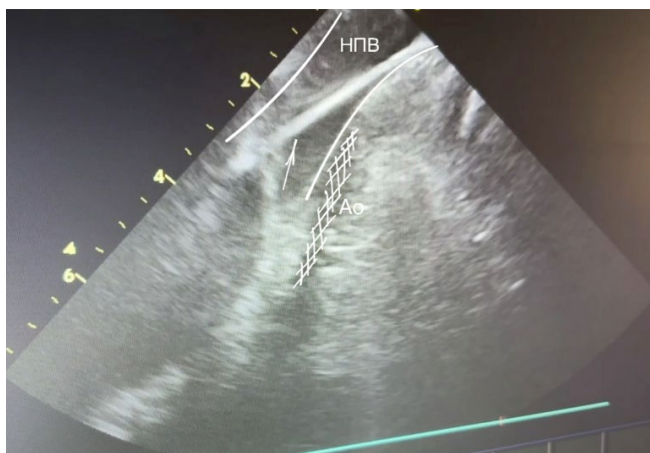


Рис. 1. Проводник в НПВ (белая стрелка). Видимый просвет аорты заштрихован в белую сетку.

Сокращения: Ao — брюшной отдел аорты, НПВ — нижняя полая вена.

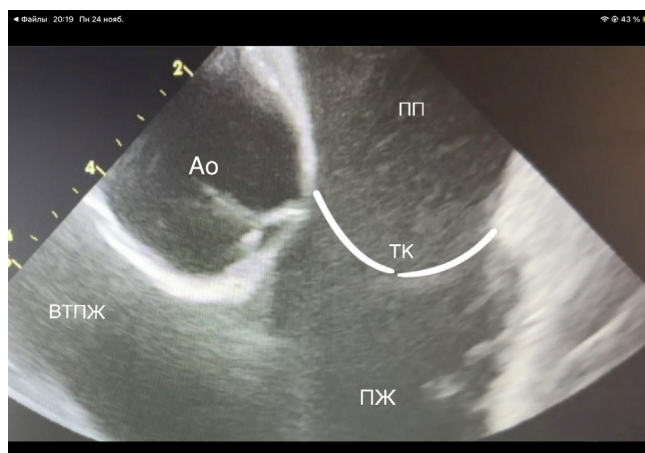


Рис. 2. "Домашняя позиция". Белым контуром выделены створки трикуспидального клапана и границы правого желудочка.

Сокращения: Ao — корень аорты, ВТПЖ — выходной тракт правого желудочка, ПЖ — правый желудочек, ПП — правое предсердие, ТК — трикуспидальный клапан.



Рис. 3. Визуализация ушка ЛП.

Сокращения: ЛП — левое предсердие (полость), МК — митральный клапан, УЛП — ушко левого предсердия.

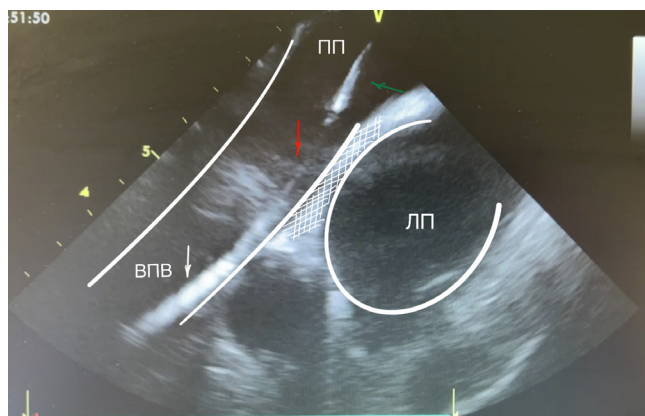


Рис. 4. На изображении выведены: проводник (белая стрелка) с шифтом (зеленая стрелка) и бужом (красная стрелка) в ВПВ. Белым контуром выделены ВПВ и ЛП. Стенка ВПВ, переходящая на межпредсердную перегородку (заштрихованная белым зона).

Сокращения: ВПВ — верхняя полая вена, ЛП — левое предсердие, ПП — правое предсердие.



Рис. 5. Буж и шифт в полости ЛП. Белой стрелкой указан буж, красной — шифт, черной — граница между шифтом и бужом.

Сокращения: ЛЛВ — левая легочная вена, ЛП — левое предсердие.

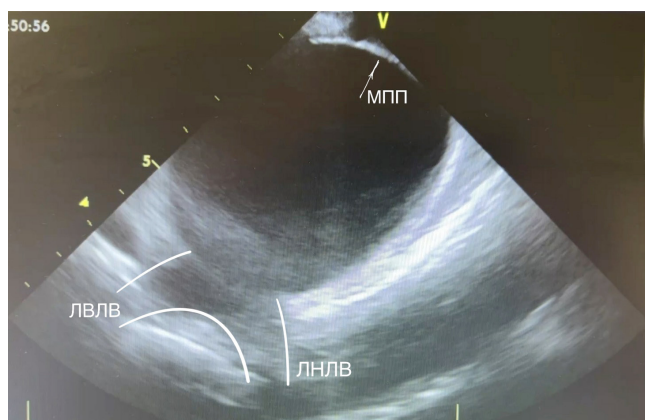


Рис. 6. Межпредсердная перегородка (указана белой стрелкой), полость ЛП, устья левых ЛВ, левая верхняя ЛВ, левая нижняя ЛВ (выделены белым контуром).

Сокращения: ЛВЛВ — левая верхняя легочная вена, ЛНЛВ — левая нижняя легочная вена, МПП — межпредсердная перегородка.

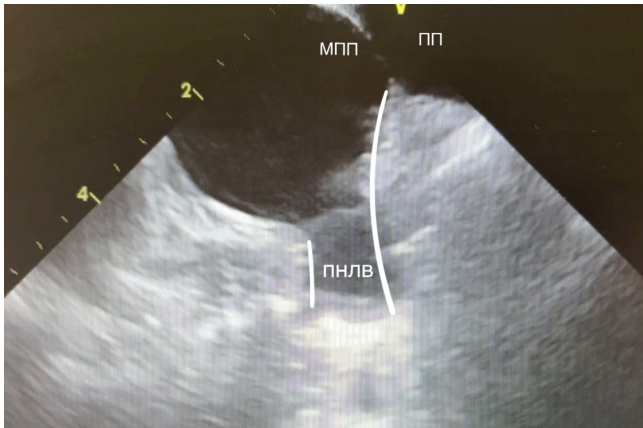


Рис. 7. Правая нижняя ЛВ. Межпредсердная перегородка, переходящая на нижнюю стенку правой нижней ЛВ (выделено белым контуром).

Сокращения: МПП — межпредсердная перегородка, ПНЛВ — правая нижняя легочная вена, ПП — правое предсердие.

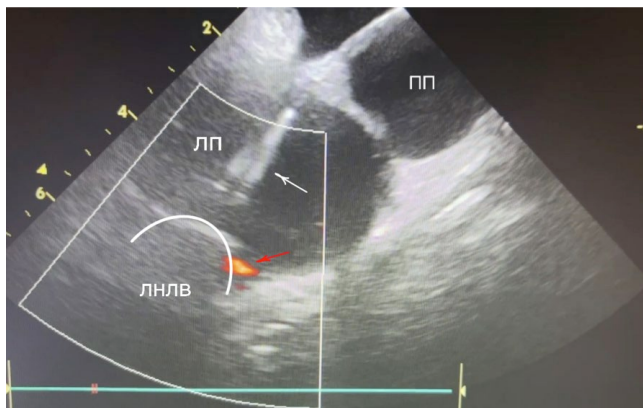


Рис. 8. Криобаллон раздут в левой нижней ЛВ. Красной стрелкой указан "leak" по нижнему краю баллона. Белая стрелка — шифт в полости ЛП.

Сокращения: ЛНЛВ — левая нижняя легочная вена, ЛП — левое предсердие, ПП — правое предсердие.

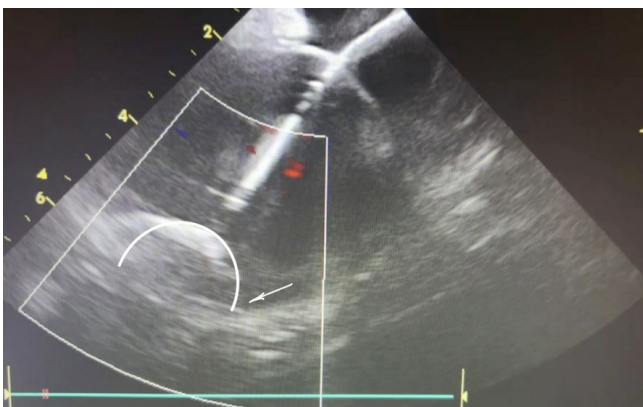


Рис. 9. После изменения положения баллона под контролем внутрисердечной эхокардиографии "leak" по нижнему краю прекратился.

на спине без поворота головы), что отражается УЗ "домашней позицией", ориентиры ПП, трикуспидальный клапан, правый желудочек, корень аорты (рис. 2). Для

безопасного позиционирования проводника транссептального интродьюсера необходимо визуализировать ВПВ. Следующее движение УЗ датчика — поворот по часовой стрелке на 3 ч. Анатомические ориентиры: ПП, левое предсердие (ЛП), межпредсердная перегородка, корень аорты, из этой позиции визуализируется ушко ЛП (рис. 3), при отсутствии признаков тромбоза принимается окончательное решение о проведении процедуры в ЛП. Для выведения ВПВ с помощью верхнего и нижнего колец управления луч датчика поворачивается кзади и вправо на 45°. Анатомические ориентиры: ВПВ, восходящая аорта, ЛП. Проводник через НПВ, ПП заводится в ВПВ под УЗ контролем и далее по нему транссептальный интродьюсер (рис. 4). После замены проводника на транссептальную иглу управляющие кольца УЗ датчика возвращаются в нейтральную позицию для визуализации межпредсердной перегородки, интродьюсер с иглой смещается вниз на овальную ямку. При затруднении пункции телом иглы возможна пункция внутренним стилетом с дальнейшим поэтапным проведением иглы на стилет, дилататора на иглу, интродьюсера на дилататор (рис. 5). По проведенному через интродьюсер в левую верхнюю ЛВ жесткому проводнику проводится смена интродьюсера на доставляющее устройство для криобаллона. Выведенный за пределы доставляющего устройства баллон и циркулярный катетер хорошо определяются визуально (рис. 5), также показателем выведения баллона является метка на катетере. Управляя УЗ катетером вращением по и против часовой стрелки, а также с помощью управляющих колец изгибая катетер вперед-назад и вправо-влево выводятся поочередно (по часовой стрелке) левые ЛВ, далее правая нижняя и правая верхняя ЛВ (рис. 6, 7). Стимуляционный катетер проводится в правый желудочек из "домашней позиции", а ВПВ по описанной ранее методике. Контроль окклюзии УЛВ осуществляется с помощью цветной доплероскопии (рис. 8, 9) и "пузырьковой пробы", для чего в просвет криобаллонного катетера вводится физиологический раствор. Контроль полости перикарда проводится из ПП (поворот из "домашней позиции" против часовой стрелки) и из правого желудочка (загибание управляющим кольцом кпереди), эту манипуляцию мы проводим как во время процедуры, так и перед завершением и извлечением УЗ катетера.

Опыт катетерной и торакоскопической абляции ФП в ФЦ ССХ г. Красноярск более 10 тыс. операций. Криобаллонные процедуры составляют 10% с тенденцией к увеличению в 2025г, когда этот вид помощи выделен в отдельную группу (рис. 10). С 2017г применяется нефлюороскопическая методика. Непосредственная эффективность КБА ФП, достижение конечной точки — изоляции УЛВ во время первой процедуры составляет 98%. Средняя продолжительность операции 60 ± 10 мин, учитывая что около 1/3 времени составляет подготовка инструмента. Зафиксировано 3 больших осложнения — гемоперикард после манипуляций в ПП, купированные

Катетерная криоабляция ФП с флюороскопией и без

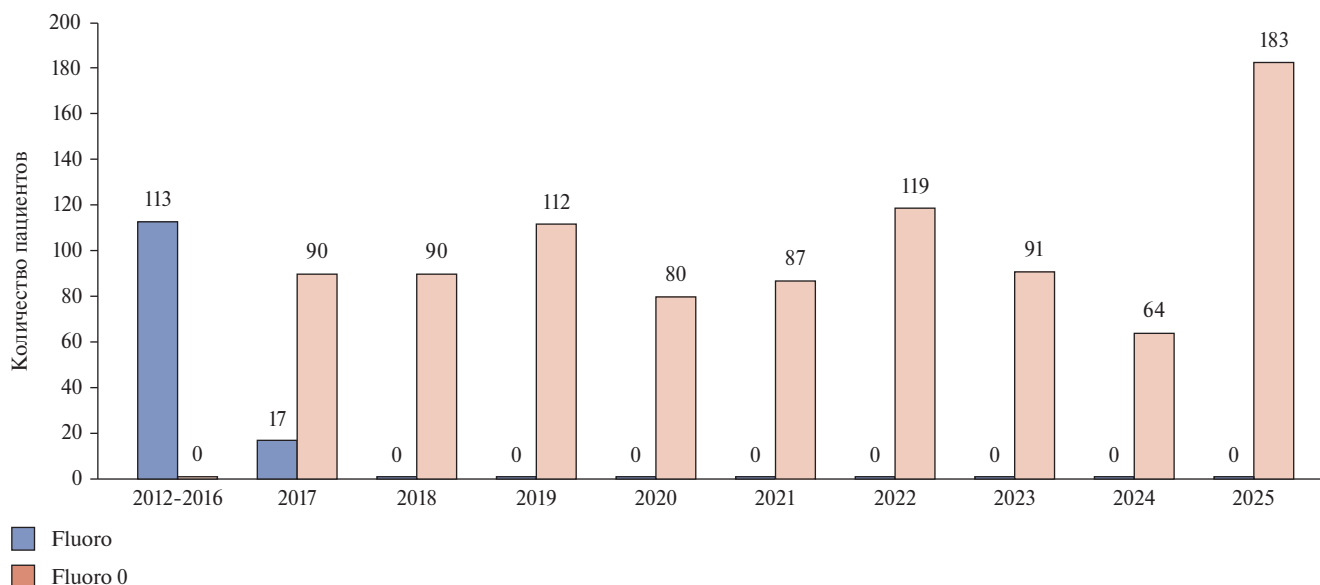


Рис. 10. Нефлюороскопическая КБА ФП в ФЦ ССХ г. Красноярск.

Сокращение: ФП — фибрилляция предсердий.

дренированием полости перикарда. Осложнений во время процедуры в ЛП и пареза диафрагмального нерва не было. Осложнения со стороны сосудистого доступа составляют 0,5% после всех катетерных абляций ФП, включая радиочастотные процедуры.

Заключение

Нефлюороскопическая катетерная КБА ФП по эффективности и безопасности не уступает флюороскопической методике.

Общее время операции сопоставимо при обеих методиках. При проведении нефлюороскопической катетерной абляции исключается отрицательное влияние лучевой нагрузки и рентгенконтраста. Наш опыт показал воспроизводимость методики.

Отношения и деятельность: все авторы заявляют об отсутствии потенциального конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

Литература/References

- Georgiopoulos G, Tsiachris D, Manolis AS. Cryoballoon ablation of atrial fibrillation: A practical and effective approach. *Clin Cardiol.* 2017;40:333-42. doi:10.1002/clc.22653.
- He X, Chen Y, Zhou Y, et al. One-year clinical outcome of pulmonary vein isolation using the second-generation cryoballoon: a meta-analysis. *Pacing Clin Electrophysiol.* 2016;39:182-9. doi:10.1111/pace.12787.
- Tscholl V, Lsharaf AK, Lin T, et al. Two years outcome in patients with persistent atrial fibrillation after pulmonary vein isolation using the second-generation 28-mm cryoballoon. *Heart Rhythm.* 2016;13:1817-22. doi:10.1016/j.hrthm.2016.05.022.
- Gunawardene MA, Hoffmann BA, Schaeffer B, et al. Influence of energy source on early atrial fibrillation recurrences: a comparison of cryoballoon vs radiofrequency current energy ablation with the endpoint of unexcitability in pulmonary vein isolation. *Ep Eur.* 2018;20(1):43-9.
- Andrade JG, Champagne J, Dubuc M, et al. Cryoballoon or radiofrequency ablation for atrial fibrillation assessed by continuous monitoring: a randomized clinical trial. *Circulation.* 2019;140(22):1779-88.
- Leistner DM, Schlender LS, Steiner J, et al. A randomised comparison of monoplane versus biplane fluoroscopy in patients undergoing percutaneous coronary intervention: the RAMBO trial. *EuroIntervention.* 2020;16:672-9.
- Anadol R, Brandt M, Merz N, et al. Effectiveness of additional X-ray Protection dEvises in reducing Scattered radiation in radial intervention: the ESPRESSO randomised trial. *EuroIntervention.* 2020;16:663-71.
- Troisi F, Guida P, Quadri F, et al. Zero fluoroscopy arrhythmias catheter ablation: a trend toward more frequent practice in a high-volume center. *Front Cardiovasc Med.* 2022;9:804424. doi:10.3389/fcvm.2022.804424.
- Ahn J, Shin DG, Han SJ, et al. Safety and efficacy of intracardiac echocardiography-guided zero-fluoroscopic cryoballoon ablation for atrial fibrillation: A prospective randomized controlled trial. *Europace.* 2023;25:1-8. doi:10.1093/europace/ead086.
- Kropotkin EB, Ivanitskiy EA, Shlyakov DA, et al. Nonfluoroscopic cryoballoon ablation for paroxysmal atrial fibrillation. *Journal of Arrhythmology.* 2020;27(4):12-6. (In Russ.) Кротопкин Е.Б., Иваницкий Э.А., Шляков Д.А. и др. Нефлюороскопическая криобаллонная абляция пароксизмальной формы фибрилляции предсердий. *Вестник аритмологии.* 2020;27(4):12-6. doi:10.35336/VA-2020-4-12-16.
- Aivazian SA, Artyukhina MM, Gorev MV, et al. Practical recommendations for performing the cryoballoon pulmonary vein isolation procedure. Moscow: Maditsinskoe izdatel'stvo, 2020. p. 112. (In Russ.) Айвазян С.А., Артюхина Е.А., Горев М.В. и др. Практические рекомендации по выполнению процедуры криобаллонной изоляции легочных вен. Москва: Медицинское издательство, 2020. p. 112.

Адреса организаций авторов: ФГБУ Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии, ул. Караульная, д. 45, Красноярск, 660020, Россия.

Addresses of the authors' institutions: Federal Center for Cardiovascular Surgery, Karaulnaya str., 45, Krasnoyarsk, 660020, Russia.