

<https://doi.org/10.35336/VA-1428><https://elibrary.ru/MLBPPC>

СРАВНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ ПРОЦЕДУРЫ КРИОБАЛЛОННОЙ АБЛАЦИИ УСТЬЕВ ЛЕГОЧНЫХ ВЕН, ДОПОЛНЕННОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ ВЕРХНЕЙ ПОЛОЙ ВЕНЫ СО СТАНДАРТНОЙ МЕТОДИКОЙ ИЗОЛЯЦИИ УСТЬЕВ ЛЕГОЧНЫХ ВЕН У ПАЦИЕНТОВ С ПЕРСИСТИРУЮЩЕЙ ФОРМОЙ ФИБРИЛЛЯЦИИ ПРЕДСЕРДИЙ

Е.С.Ливадный, С.Е.Мамчур, Н.С.Бохан

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», Россия, Кемерово, Сосновый бульвар, д. 6.

Цель. Изучить эффективность и безопасность процедуры криобаллонной аблации устьев легочных вен (ЛВ), дополненной изоляцией верхней полой вены у пациентов с персистирующей формой фибрилляции предсердий (ФП).

Материал и методы исследования. Исследование одноцентровое, проспективное, рандомизированное. Общее количество 40 пациентов. Всем выполнена процедура криобаллонной изоляции устьев ЛВ по поводу персистирующей формы ФП. Далее пациенты разделены на две группы: первая группа, включает в себя пациентов, у которых выполнена стандартная процедура, а во вторую группу вошли пациенты со стандартной процедурой, дополненной изоляцией верхней полой вены. Пациенты в обеих группах имели схожие анатомические и клинико-анамнестические показатели. Длительность оперативного вмешательства статистически не отличалось.

Результаты. Среднее время наблюдения за больными - 354 ± 19 дня. В группе классической криобаллонной изоляции ЛВ через 12 месяцев наблюдения без антиаритмической терапии синусовый ритм сохранялся у 40% пациентов (8 человек), в группе расширенной криобаллонной изоляции ЛВ - у такого же количества пациентов (40%, $p=1$). В группе изоляции ЛВ устойчивый парез диафрагмального нерва не наблюдался ни у одного пациента, а в группе расширенной аблации - у восьми (40%, $p=0,0016$). В конце наблюдения отдаленных осложнений не зарегистрировано.

Заключение. У больных персистирующей ФП криобаллонная изоляция легочных вен, дополненная изоляцией верхней полой вены, - менее безопасная методика, чем стандартная криобаллонная изоляция ЛВ, при сопоставимой эффективности.

Ключевые слова: персистирующая форма фибрилляции предсердий; верхняя полая вена; криобаллонная аблация; безопасность; изоляция легочных вен

Конфликт интересов: отсутствует.

Финансирование: отсутствует.

Рукопись получена: 02.11.2024 **Исправленная версия получена:** 31.01.2025 **Принята к публикации:** 14.02.2025

Ответственный за переписку: Ливадный Егор Сергеевич, E-mail: egorlivadnyi@mail.ru

Е.С.Ливадный - ORCID ID 0000-0003-1716-782X, С.Е.Мамчур - ORCID ID 0000-0002-8277-5584, Н.С.Бохан - ORCID ID 0000-0002-1135-5144

Для цитирования: Ливадный ЕС, Мамчур СЕ, Бохан НС. Сравнение показателей эффективности и безопасности процедуры криобаллонной аблации устьев легочных вен, дополненной изоляцией верхней полой вены со стандартной методикой изоляции устьев легочных вен у пациентов с персистирующей формой фибрилляции предсердий. *Вестник аритмологии*. 2025;32(1): 56-63. <https://doi.org/10.35336/VA-1428>.

COMPARISON OF THE EFFICACY AND SAFETY OF PULMONARY VEIN CRYOBALLOON ABLATION ALONE AND WITH ADDITIONAL ISOLATION OF THE SUPERIOR VENA CAVA IN PATIENTS WITH PERSISTENT ATRIAL FIBRILLATION

E.S.Livadny, S.E.Mamchur, N.S.Bokhan

FSBI "Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases", Russia, Kemerovo, 6 Sosnovy blvd

Aim. To study the impact and safety of cryoballoon ablation of the pulmonary vein (PV), supplemented by isolation of the superior vena cava in patients with persistent atrial fibrillation (AF).

Methods. The study is single-center, randomized, prospective. The total number of patients was 40. All of them underwent cryoballoon isolation of the PV for persistent AF. The patients were then divided into two groups: the first group included patients who underwent the standard procedure, and the second group included patients with the standard procedure supplemented by isolation of the superior vena cava. Patients in both groups had similar anatomical and clinical-anamnestic parameters. The duration of the surgical intervention was not statistically different.

Results. The average follow-up period was 354 ± 19 days. In the group of classical cryoballoon PV isolation, after 12 months of observation without antiarrhythmic therapy, sinus rhythm was maintained in 40% of patients (8 people), in

the group of extended cryoballoon PV isolation - in the same number of patients (40%, $P=1$). In the PV isolation group, persistent phrenic nerve palsy was observed in no patients, and in the extended ablation group, in eight patients (40%, $P=0.0016$). At the end of the observation, no remote complications were registered.

Conclusions. In patients with persistent AF, cryoballoon PV isolation supplemented by superior vena cava isolation is a less safe technique than standard cryoballoon pulmonary vein isolation, with comparable efficacy.

Key words: persistent atrial fibrillation; superior vena cava; cryoballoon ablation; safety; pulmonary vein

Conflict of Interests: none.

Funding: none.

Received: 02.11.2024 **Revision Received:** 31.01.2025 **Accepted:** 14.02.2025

Corresponding author: Liovadny Egor, E-mail: egorlivadnyi@mail.ru

E.S. Livadny - ORCID ID 0000-0003-1716-782X, S.E. Mamchur - ORCID ID 0000-0002-8277-5584, N.S. Bokhan - ORCID ID 0000-0002-1135-5144

For citation: Livadny ES, Mamchur SE, Bokhan NS. Comparison of the efficacy and safety of pulmonary vein cryoballoon ablation alone and with additional isolation of the superior vena cava in patients with persistent atrial fibrillation. *Journal of Arrhythmology*. 2025;32(1): 56-63. <https://doi.org/10.35336/VA-1428>.

Фибрилляция предсердий (ФП) представляет особый интерес в реальной клинической практике. Высокая распространенность данной аритмии, выраженность симптомов и невысокие показатели эффективности медикаментозного лечения в настоящее время выдвигают интервенционное лечение ФП на первое место [1, 2]. Стандартом лечения данной аритмии является процедура изоляции легочных вен (ЛВ) [3]. Результаты современных исследований показывают схожие показатели эффективности двух основных технологий, использующихся с этой целью, радиочастот-

ной абляции с использованием катетеров с датчиком силы контакта и криобаллонной абляции баллонными катетерами второго и третьего поколений [4, 5]. Эффективность интервенционного лечения пароксизмальной формы ФП достигает 70-80% по данным различных авторов и методик, тогда как при персистирующей форме ФП эффективность выполняемых вмешательств резко снижается и имеет широкий разброс показателей в зависимости от применяемых инструментов воздействия, критериев и методов контроля послеоперационных результатов [6, 7].

Одной из причин неуспеха лечения пациентов с персистирующей формой ФП является наличие внелегочных очагов аритмии, которые могут локализоваться в задней стенке левого предсердия (ЗСЛП), вегетативных ганглионарных сплетениях, пограничном гребне, связке Маршала, коронарном синусе, верхней полой вене (ВПВ) и участвовать в процессах аритмогенеза, несмотря на ранее достигнутую изоляцию ЛВ [8, 9].

Проведенные исследования показали, что ВПВ может выступать как в качестве инициатора ФП (триггера), так и в качестве субстрата, поддерживающего процесс фибрилляции [10]. Учитывая общие источники формирования клеток синусового узла и кардиомиоцитов в верхней и нижней полых венах, они могут обладать свойствами автоматизма и участвовать в аритмогенной активности [11].

В процессе эмбриогенеза на 7-8 неделе правая общая



Рис. 1. Дизайн исследования.

кардиальная вена совместно с правым рогом венозного синуса дает начало формированию верхней полой вены. По мере дальнейшего развития, формируются устья ВПВ, нижней полой вены и коронарного синуса. Венозный синус и часть правого рога также участвует и в формировании синусового узла. По результатам дальнейших гистологических исследований на 8 неделе в интраперикардиальных отделах ВПВ и нижней полой вены обнаруживаются утолщения, представленные мышечноподобными клетками, которые могут являться миокардиальными сфинктерами полых вен [12].

У взрослого населения также обнаруживаются мышечноподобные клетки в месте впадения ВПВ в правое предсердие (ПП), представленные расширением предсердного миокарда (миокардиальные рукава) в устье ВПВ, имеющие размеры до 14 мм, максимальный размер «рукавов» достигал 47 мм. Однако на основании проведенного исследования связь между анатомическими особенностями миокардиальных рукавов и наличием ФП у пациентов не доказана [13]. Исходя из вышеуказанных данных можно предположить, что изоляция ВПВ может повысить эффективность оперативного вмешательства путем устранения внелегочных очагов участвующих в процессах инициации и поддержания ФП

Существует три основных подхода к изоляции ВПВ: 1) при доказанном с помощью введения изопроterenолола наличии очага эктопии из данной локализации; 2) с помощью электрофизиологического исследования, доказывающего наиболее раннюю активацию в данной зоне или наиболее короткий цикл тахикардии; 3) эмпирически, при доказанной полной изоляции ЛВ [14].

Целью нашей работы являлась оценка результатов эффективности и безопасности процедуры криобаллонной абляции устьев легочных вен, дополненной изоляцией верхней полой вены, в сравнении со стандартной методикой изоляции устьев легочных вен у пациентов с персистирующей формой фибрилляции предсердий.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В рандомизированное проспективное одноцентровое исследование включено 40 пациентов с персистирующей формой ФП в возрасте $64,3 \pm 6,5$ лет, находящихся на лечении в отделении хирургического лечения сложных нарушений ритма сердца и электрокардиостимуляции НИИ комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний в период с июля 2022 г. по июль 2023 г. Исследование одобрено локальным этическим комитетом, выполнялось в соответствии с положениями Хельсинкской декларации. В ходе работы использовалась классификация ФП ACC/AHA/ESC 2020 года [3].

Критерии включения в исследование:

- наличие не менее двух пленок 12-канальной электрокардиограммы (ЭКГ) с регистрацией ФП;
- результаты суточного мониторирования ритма с зарегистрированной формой ФП в течение всего периода наблюдения;
- объективная медицинская документация, подтверждающая наличие персистирующей формы ФП (первичные осмотры, выписные эпикризы);

- наличие у пациента клинических проявлений нарушений ритма сердца и неэффективность применения одного и более антиаритмического препарата I или III класса в анамнезе;
- все пациенты обоих полов старше 18 лет, подписавшие добровольное письменное согласие на участие в исследовании.

Критерии исключения из исследования:

- ранее выполненные операции изоляции ЛВ;
- ишемическая болезнь сердца с некорригированными гемодинамически значимыми стенозами коронарных артерий;
- клапанная патология, требующая оперативного лечения;
- хроническая сердечная недостаточность IV функционального класса по NYHA;
- ранее выполненные кардиохирургические вмешательства;
- отказ пациента от участия в исследовании или его продолжения;
- наличие тромба в ушке левого предсердия (ЛП);
- переднезадний размер ЛП >55 мм;
- фракция выброса левого желудочка $<35\%$ по Simpson;
- любое другое заболевание, связанное с невозможностью проведения оперативного вмешательства (заболевания щитовидной железы, травмы опорно-двигательного аппарата, заболевания легочного аппарата в стадии декомпенсации и т.п.);
- максимальный диаметр одной из ЛВ более 26 мм по данным мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) сердца или аномалии развития венозного русла.

В проспективное исследование включено 40 человек. Выполнена рандомизация на 2 группы: криобаллонная изоляция ЛВ (группа I; $n=20$); криобаллонная изоляция ЛВ, дополненная изоляцией ВПВ (группа II; $n=20$). Рандомизация выполнялась с помощью команды генерации случайных чисел в программе Excel (Microsoft, США) в отношении 1:1. После выполнения криоабляции в течение 3 месяцев все пациенты продолжали принимать антиаритмическую терапию согласно действующим клиническим рекомендациям. Препараты IC класса использованы у пациентов без структурного поражения сердца, сердечной недостаточности, ишемической болезни сердца. С целью профилактики рецидивов ФП у пациентов с ишемической болезнью сердца без структурного поражения сердца назначался соталол. Назначение амиодарона было рекомендовано пациентам со структурным поражением сердца, выраженной гипертрофией, сердечной недостаточностью, ишемической болезнью сердца. Период наблюдения составил 12 месяцев, контрольные встречи с пациентами были проведены через 3, 6 и 12 месяцев после катетерной процедуры. Эффективность процедуры оценивалась на основании результатов 12-канальной электрокардиограммы и 24-часового мониторирования ЭКГ при очном визите. Также оценивались дополнительные пленки ЭКГ, представленные пациентами, которые были зафиксированы в момент появления симптомов аритмии. По истечению срока «слепого периода» при первом очном визите в клинику всем паци-

ентам отменена антиаритмическая терапия. Рецидивом считался любой документированный эпизод ФП более 30 секунд. Дизайн исследования представлен на рис. 1.

Средний срок анамнеза ФП составил $3,4 \pm 1,4$ года. У всех пациентов на амбулаторном этапе подобрана оптимальная антиаритмическая и антикоагулянтная терапия новыми оральными антикоагулянтами. В представленной когорте пациентов у 45% (18 пациентов) диагностирована ишемическая болезнь сердца, гипертоническая болезнь у 100% (40 пациентов), острые нарушения мозгового кровообращения или транзиторные ишемические атаки в анамнезе у 40% (16 пациентов).

Всем пациентам выполнен полный предоперационный протокол согласно внутреннему приказу учреждения, включающий проведение коронароангиографии, трансторакальной и чреспищеводной эхокардиографии на аппаратах GE Vivid 7 Dimension; Philips iE33. При невозможности выполнения чреспищеводной эхокардиографии проводилась МСКТ сердца и органов грудной клетки с контрастным усилением. Клинико-демографические характеристики пациентов представлены в табл. 1.

Процедура криобаллонной абляции выполнялась под местной инфильтрационной анестезией 5% раствора левобутивакаина на этапе оперативного доступа. Дополнительная анестезия во время абляции достигалась с помощью внутривенной инфузии фентанила (5 мкг/кг). Перед началом оперативного доступа всем пациентам устанавливалась система инвазивного измерения артериального давления с использованием лучевого доступа. Далее по методике Сельдингера катетеризировались обе бедренные вены, через которые устанавливались внутрисердечные катетеры: в правый желудочек - Polaris X (Boston Scientific, США), в правое предсердие - интродьюсер Preface Multipurpose (Biosense Webster, США-Израиль) с иглой Brockenbrough (Medtronic, США) и внутрисердечный ультразвуковой датчик AcuNav (Siemens, Германия). Перед транссептальной пункцией выполнялась гепаринизация до достижения активированного времени свертывания 300 секунд и более.

Транссептальный доступ осуществлялся под внутрисердечным эхокардиографическим контролем.

После транссептальной пункции в полость ЛП по проводнику вводился управляемый FlexCath Advance (Medtronic, США), через который устанавливался криоабляционный катетер ArcticFront Advance 28 мм (Medtronic, США). Через его шахту вводился диагностический катетер Achieve (Medtronic, США). С целью контроля электрофизиологических параметров использована электрофизиологическая система Биоток Unity (Биоток, Россия). Окклюзия ЛВ баллоном подтверждалась введением контраста Омнипак (GE Healthcare, Ирландия) в просвет ЛВ дистальнее баллона и при помощи внутрисердечного ультразвука, после чего выполнялась криоабляция.

Выполнялось по одной аппликации на каждую ЛВ длительностью 240 секунд при достижении температуры в диапазоне от -35°C до -60°C включительно [15-18]. Контроль изоляции ЛВ подтверждался исчезновением электрической активности ЛВ с диагностического катетера Achieve и наличием двунаправленного блока проведения. При остаточной электрической активности выполнялось дополнительное воздействие в виде дополнительной аппликации при вышеуказанных параметрах. После изоляции левой верхней ЛВ и левой нижней ЛВ катетер Polaris X перепозиционировался на латеральную стенку верхний полый вены для достижения стимуляции диафрагмального нерва. На фоне постоянной стимуляции выполнялась изоляция правых ЛВ, с ранее описанными параметрами. При прекращении эпизодов эффективной стимуляции диафрагмального нерва или при снижении амплитуды мышечного ответа на стимуляцию процедура абляции останавливалась.

В группе пациентов с дополнительным воздействием в ВПВ после достижения критериев изоляции ЛВ система доставки FlexCath Advance устанавливалась в ПП, используя катетер Achieve диагностировались электрически активные участки устья ВПВ, с целью достижения контакта катетера со стенками ВПВ использовался FlexCath Advance с изменением угла наклона дистального кончика до достижения максимальной выраженной амплитуды эндограммы ВПВ на диагностическом электроде. Под ангиографическим контролем используя

в качестве проводника катетер Achieve криобаллон позиционировался в устье ВПВ (рис. 2).

После раздутия баллона полная окклюзия подтверждалась введением контрастного вещества, после чего выполнялась постоянная стимуляция диафрагмального нерва с дистальных пар диагностического электрода, с амплитудой 16 В и частотой стимуляции 50 стимулов в минуту. Следующим этапом выполнялось криовоздействие в течение 180 секунд с параметрами температуры от -25°C до -40°C [15-18]. При изменениях ответа диафрагмального нерва

Клинико-демографические характеристики пациентов

Показатели	Все пациенты (n=40)	КБИ ЛВ (n=20)	КБИ ЛВ+ВПВ (n=20)	P
Возраст, лет	$67,8 \pm 6,5$	$67,7 \pm 3,9$	$68,1 \pm 3,7$	0,364
Пол, муж, n (%)	18 (45%)	8 (40%)	10 (50%)	0,525
Длительность ФП, мес.	$8,7 \pm 1,2$	$8,5 \pm 2,1$	$8,8 \pm 1,7$	0,271
ОНМК в анамнезе, n (%)	16 (40%)	10 (50%)	6 (30%)	0,197
ФВЛЖ (Simpson Biplane), %	$50,8 \pm 5,1$	$50,4 \pm 5,4$	$51,1 \pm 4,7$	0,403
Переднезадний размер ЛПП, мм	45 ± 4	44 ± 5	45 ± 4	0,737
CHA ₂ DS ₂ -VASc, баллы	$2,7 \pm 1,5$	$3 \pm 1,2$	$2,5 \pm 2$	0,607
HASBLED, баллы	$2,6 \pm 1,6$	$2,8 \pm 1,7$	$2,5 \pm 1,8$	0,445

Примечание: здесь и далее КБИ - криобаллонная изоляция; ЛВ - легочные вены; ВПВ - верхняя полая вена; ОНМК - острое нарушение мозгового кровообращения; ФВЛЖ - фракция выброса левого желудочка; ЛПП - левое предсердие.

Таблица 1.

на стимуляцию процедура криовоздействия прекращалась. Критерием изоляции ВПВ считалось исчезновение электрической активности на диагностическом электроде Achieve (Рис. 3, 4) с последующим подтверждением блока выхода. Блок входа в режиме реального времени достигнут у 65% (14) пациентов. Блок выхода был подтвержден у 80% (16) пациентов после прекращения воздействия, стимуляцией с катетеров Achieve и Polaris X. Всем пациентам до извлечения катетеров выполнялась трансторакальная эхокардиография с целью контроля листков перикарда. При сохраняющемся ФП выполнялась ЭКГ-синхронизированная кардиоверсия.

Статистический анализ

Статистическая обработка материала осуществлялась в программе Statistica 12.0 (StatSoft, США) и включала в себя описательную статистику в виде средних значений количественных показателей, стандартных отклонений, абсолютных и процентных значений качественных показателей. Нормальность распределения определялась путем визуального анализа гистограмм и критерия Шапиро-Уилка. Для оценки различий между группами использовались критерии Стьюдента и χ^2 . Различия расценивались как статистически значимые при уровне $p < 0,05$.

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

В группе пациентов с классической процедурой изоляции ЛВ у одного пациента отмечалось снижение амплитуды мышечного ответа при стимуляции диафрагмального нерва в процессе криовоздействия в правой нижней ЛВ на девяностой секунде. После прекращения воздействия и ожидания в течение двух минут амплитуда восстановилась, баллон позиционирован антральнее с сохранением критериев окклюзии ЛВ, выполнено повторное воздействие продолжительностью 240 секунд. В конце процедуры получена изоляция всех ЛВ, стимуляция диафрагмального нерва сохранена, рентгенологически изменения положения купола диафрагмы не отмечено.

В группе пациентов с расширенной процедурой изоляции ЛВ при выполнении криовоздействия в ВПВ симптомы пареза диафрагмального нерва наблюдались у 12 пациентов (60%), среднее время от момента начала абляции составило 65 ± 8 секунд. Дальнейшая стимуляция диафрагмального нерва неэффективна у 10 (50%) пациентов. По результатам выполненной через 25 часов после процедуры абляции рентгенографии органов грудной клетки отмечено

отсутствие движения правого купола диафрагмы у 8 (40%) пациентов. На госпитальном этапе у 4 (20%) из них произошло восстановление функции диафрагмального нерва по результатам рентгенографии органов грудной клетки, сопровождающееся полной регрессией симптомов. Два пациента выписаны без регресса пареза диафрагмального нерва в стабильном состоянии для динамического наблюдения. При контрольном осмотре через 3 месяца по данным рентгенографии ре-

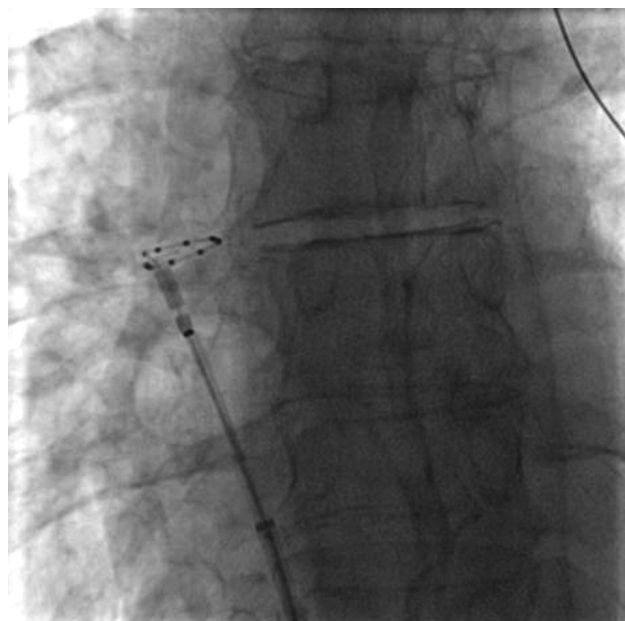


Рис. 2. Момент раздутия криобаллона в устье верхней полой вены.

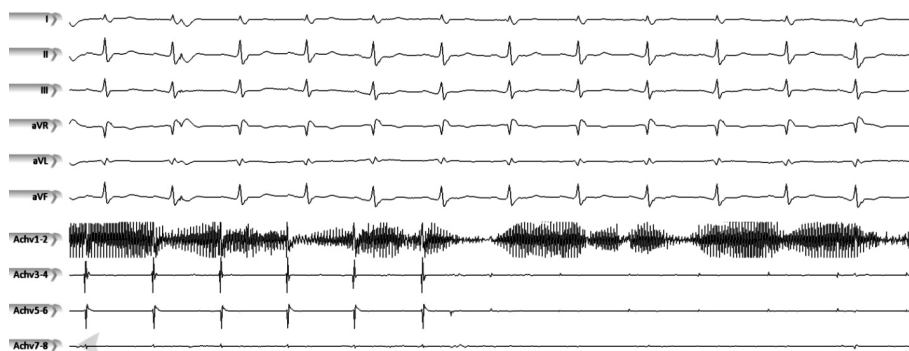


Рис. 3. Абляция на синусовом ритме. Наступление изоляции ВПВ - элиминация потенциалов мышечной муфты ВПВ, после чего на катетере Achieve регистрируется только низкоамплитудный предсердный farfield.

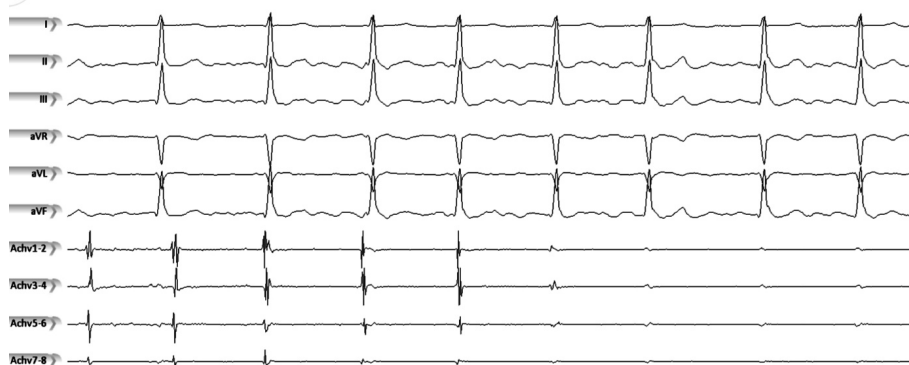


Рис. 4. Абляция на фоне ФП и уже наступившей изоляции ВПВ. Элиминация эктопической активности ВПВ на диагностическом катетере Achieve.

гресс пареза определяется у одного пациента. У одного пациента симптомный парез диафрагмального нерва сохранялся 6 месяцев, после чего также регрессировал.

Таким образом, в группе изоляции ЛВ устойчивый парез диафрагмального нерва не наблюдался ни у одного пациента, а в группе расширенной абляции - у восьми (40%, $P=0,0016$), причем во всех случаях симптомный, что заставило нас досрочно прекратить исследование. Случаев повреждения синусового узла ни у одного из пациентов обеих групп не зарегистрировано. Изоляция ЛВ на момент окончания операции отмечена у 100% пациентов в обеих группах. Изоляции ВПВ удалось достичь в 80% случаев (16 пациентов). Среднее время криовоздействия до исчезновения электрической активности в ВПВ составило 44 ± 8 секунд. Интрапроцедуральные показатели эффективности и безопасности представлены в табл. 2.

Среднее время наблюдения за больными составило 354 ± 19 дня. В группе классической криобаллонной изоляции ЛВ через 12 месяцев наблюдения без антиаритмической терапии синусовый ритм сохранялся у 40% пациентов (8 человека), в группе расширенной криобаллонной изоляции ЛВ - у такого же количества пациентов (40%, $p=1$). В конце наблюдения отдаленных осложнений не зарегистрировано.

ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

В настоящее время вопрос способа выполнения изоляции ВПВ остается открытым. Использование криобаллона второго поколения позволяет добиться

равномерного повреждения миокардиальных рукавов ВПВ с меньшей вероятностью перфорации стенок правого предсердия в зоне сочленения, учитывая большую площадь одномоментного воздействия. В исследовании проведенном W.Hui-Qiang et al. (2020) в группе изоляции ВПВ из 26 пациентов по поводу пароксизмальной формы ФП, ассоциированной с ВПВ, с помощью криобаллона второй генерации, изоляции удалось достичь в 80% случаях. Транзиторное повреждение диафрагмального нерва отмечено в 19,2% случаев, повреждение синусового узла - в 7,7% случаев [19]. Возможными причинами различий в частоте встречающихся осложнений в ходе процедуры с данными мировой литературы могут быть анатомические особенности пространственного расположения волокон диафрагмального нерва и клеток синусового узла.

Стоит отметить выраженные ограничения упомянутой технологии. С целью изоляции ВПВ достигается ее окклюзия, сопровождающаяся выраженными симптомами обструкции. С целью достижения циркуляторного трансмурального воздействия перманентному контакту подвергается зона нахождения диафрагмального нерва, из-за чего частота его повреждения остается крайне высокой даже в высокоспециализированных центрах. Кроме того, требуется постоянный контроль состояния синусового узла, который также локализован вблизи зоны воздействия. Методика радиочастотного воздействия позволяет более прецизионно наносить воздействия и избегать повреждения диафрагмального нерва, используя методику стимуляционного картирования, с дальнейшей его визуализацией

Таблица 2.

Интрапроцедурные показатели эффективности и безопасности

Показатели	Все пациенты (n=40)	КБИ ЛВ (n=20)	КБИ ЛВ+ВПВ (n=20)	P
Продолжительность процедуры, мин	85 ± 12	80 ± 10	90 ± 15	0,081
Время флюороскопии, мин	19 ± 4	17 ± 3	21 ± 4	0,078
Поглощенная доза, мГр	163 ± 25	160 ± 28	166 ± 23	0,090
Подтвержденная изоляция ВПВ, n (%)	-	-	16 (80%)	-
Все осложнения, n (%)	16 (40%)	2 (10%)	14 (70%)	0,0001
Парез диафрагмального нерва, n (%)	12 (30%)	0 (0%)	12 (60%)	<0,0001
Устойчивый парез диафрагмального нерва, n (%)	8 (20%)	0 (0%)	8 (40%)	0,0016
Гематомы в месте пункции, n (%)	4 (10%)	2 (10%)	2 (10%)	1
Достигнутое активированное время свертывания, с	315 ± 21	317 ± 19	314 ± 22	0,674
Количество криоаппликаций в левой верхней ЛВ	$1,25\pm 0,1$	$1,2\pm 0,1$	$1,3\pm 0,1$	0,608
Количество криоаппликаций в левой нижней ЛВ	$1,1\pm 0,1$	$1,1\pm 0,1$	$1,1\pm 0,1$	1
Количество криоаппликаций в правой верхней ЛВ	$1,1\pm 0,1$	$1,1\pm 0,1$	$1,1\pm 0,1$	1
Количество криоаппликаций в правой нижней ЛВ	$1,2\pm 0,1$	$1,3\pm 0,1$	$1,2\pm 0,1$	0,608
Количество криоаппликаций в ВПВ	$1,1\pm 0,1$	-	$1,1\pm 0,1$	-
СП криоаппликаций в левой верхней ЛВ, с	260 ± 15	250 ± 10	270 ± 15	0,334
СП криоаппликаций в левой нижней ЛВ, с	265 ± 13	266 ± 14	257 ± 15	0,457
СП криоаппликаций в правой верхней ЛВ, с	251 ± 10	252 ± 11	250 ± 10	0,898
СП криоаппликаций в правой нижней ЛВ, с	270 ± 20	273 ± 20	265 ± 15	0,566
СП криоаппликаций в ВПВ, с	65 ± 6	-	65 ± 6	-

Примечание: СП - средняя продолжительность.

на трехмерной модели. В свою очередь катетеры с датчиком силы контакта позволяют добиться стабильного, контролируемого контакта с тканью. Использование навигационных систем представляет возможность картирования синусового узла, а также морфологической и электрофизиологической оценки распространения миокардиальных рукавов в ВПВ.

Обращает на себя внимание С-образная методика изоляции ВПВ, преимуществом которой является меньшая площадь воздействия для достижения изоляции, а также меньшие риски осложнений в виде стеноза устья ВПВ и повреждения рядом расположенных структур [20]. Ограничением описанных методик служат описанные случаи повреждения синусовой ветви правой коронарной артерии при использовании радиочастотной энергии [21].

По данным литературы частота повреждения диафрагмального нерва при процедуре изоляции верхней полой вены с использованием криотехнологии или радиочастотной энергии составляет 2,1-9,2%. Данные показатели ниже показателей, полученных в нашем исследовании. Однако следует отметить, что в значимом числе исследований, проведенных нашими коллегами, учитывается только стойкое повреждение диафрагмального нерва. Преходящие повреждения диафрагмального нерва, чаще всего не сопровождающиеся выраженными симптомами дыхательной недостаточности, не включаются в осложнения и не учитываются в статистических показателях. Также в сравнении с литературными данными обращает внимание симптомность преходящих повреждений диафрагмального нерва [19, 22].

Альтернативным методом изоляции ВПВ может являться использование стремительно развивающегося метода воздействия импульсным полем, который в настоящее время активно находит применение при процедуре изоляции ЛВ. Основным преимуществом выступает селективное воздействие на ткани, которое позволяет снизить риски повреждения окружающих структур. Высокие показатели эффективности приме-

нения данного метода отмечены в работе P.Ollitrault et al. (2024) [23]. В их исследовании процедура изоляции ЛВ, дополненная изоляцией ВПВ с использованием импульсного воздействия выполнена у 105 пациентов. Отмечено, что в 80% случаев миокардиальные рукава ВПВ обладали электрической активностью. Изоляции ВПВ удалось добиться в 100% случаев, в ходе исследования стойких повреждений диафрагмального нерва, синусового узла не отмечалось.

Вопрос влияния изоляции ВПВ на повышение эффективности процедуры по поводу ФП остается открытым. Ограничивающим условием нашего исследования является небольшое количество наблюдений. Однако, во-первых, мы не могли набрать больше пациентов, поскольку показатели безопасности в группе расширенной криоабляции были настолько низкими, что это заставило нас досрочно прекратить исследование. Во-вторых, несмотря на это, была получена статистически значимая разница даже на такой малой выборке. Таким образом, в настоящее время рутинное выполнение изоляции ВПВ с использованием криобаллонов несет в себе крайне высокие риски осложнений без положительного влияния на эффективность процедуры и должно выполняться только у пациентов с доказанным наличием эктопических очагов в данной локализации. С использованием альтернативных методов воздействия и тщательным контролем параметров безопасности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

У больных персистирующей фибрилляцией предсердий криобаллонная изоляция легочных вен, дополненная изоляцией верхней полой вены, является менее безопасной методикой в сравнении со стандартной криобаллонной изоляцией легочных вен, частота интраоперационных осложнений в группе расширенной абляции составила 40% ($p=0,0016$). Статистически значимых различий в показателях эффективности процедур не отмечено.

ЛИТЕРАТУРА

1. Schnabel RB, Yin X, Gona P, et al. 50 year trends in atrial fibrillation prevalence, incidence, risk factors, and mortality in the Framingham Heart Study: a cohort study. *The Lancet*. 2015;386(9989): 154-62. [http://doi.org/10.1016/s0140-6736\(14\)61774-8](http://doi.org/10.1016/s0140-6736(14)61774-8).
2. Calkins H, Reynolds MR, Spector P, et al. Treatment of Atrial Fibrillation With Antiarrhythmic Drugs or Radiofrequency Ablation. *Circulation: Arrhythmia and Electrophysiology*. 2009;2(4): 349-61. <http://doi.org/10.1161/circep.108.824789>.
3. Hindricks G, Potpara T, Dagres N, et al. 2020 ESC Guidelines for the diagnosis and management of atrial fibrillation developed in collaboration with the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS): The Task Force for the diagnosis and management of atrial fibrillation of the European Society of Cardiology (ESC) Developed with the special contribution of the European Heart Rhythm Association (EHRA) of the ESC. *European Heart Journal*. 2021;42(40): 4194-4194. <http://doi.org/10.1093/eurheartj/ehab648>.
4. Andrade JG, Deyell MW, Badra M, et al. Randomised clinical trial of cryoballoon versus irrigated radio frequency catheter ablation for atrial fibrillation-the effect of double short versus standard exposure cryoablation duration during pulmonary vein isolation (CIRCA-DOSE): methods and rationale. *BMJ Open*. 2017;7(10): e017970. <http://doi.org/10.1136/bmjopen-2017-017970>.
5. Della Rocca DG, Marcon L, Magnocavallo M, et al. Pulsed electric field, cryoballoon, and radiofrequency for paroxysmal atrial fibrillation ablation: a propensity score-matched comparison. *Europace*. 2023;26(1). <http://doi.org/10.1093/europace/euac016>.
6. Lin CY, Lin YJ, Higa S, et al. Catheter Ablation With Morphologic Repetitiveness Mapping for Persistent Atrial Fibrillation. *JAMA Network Open*. 2023;6(11): e2344535. <http://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2023.44535>.
7. William J, Chieng D, Sugumar H, et al. The Role of Posterior Wall Isolation in Catheter Ablation for Persistent Atrial Fibrillation and Systolic Heart Failure. *JAMA Cardiology*. 2023;8(11): 1077. [http://doi.org/10.1001/jamacardiology.2023;8\(11\): 1077](http://doi.org/10.1001/jamacardiology.2023;8(11): 1077).

dio.2023.3208.

8. Wijesurendra RS, Casadei B. Mechanisms of atrial fibrillation. *Heart*. 2019;105(24): 1860-7. <http://doi.org/10.1136/heartjnl-2018-314267>.

9. Ревিশвили АШ, Попов ВА, Аминов ВВ и др. Хирургическое лечение пароксизмальных форм фибрилляции предсердий при коронарном шунтировании: изоляция устьев легочных вен в сравнении с операцией «Лабиринт V». *Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний*. 2022;11(4): 47-61. [Revishvili AS, Popov VA, Aminov VV, et al. Surgical treatment of paroxysmal atrial fibrillation concomitant to coronary artery bypass grafting: pulmonary vein isolation or maze V? *Complex Issues of Cardiovascular Diseases*. 2022;11(4): 47-61. (In Russ.)] <https://doi.org/10.17802/2306-1278-2022-11-4-47-61>.

10. Miyazaki S, Takigawa M, Kusa S, et al. Role of Arrhythmogenic Superior Vena Cava on Atrial Fibrillation. *Journal of Cardiovascular Electrophysiology*. 2014;25(4): 380-6. <http://doi.org/10.1111/jce.12342>.

11. Goyal R, Gracia E, Fan R. The Role of Superior Vena Cava Isolation in the Management of Atrial Fibrillation. *Journal of Innovations in Cardiac Rhythm Management*. 2017;8(4): 2674-80. <http://doi.org/10.19102/icrm.2017.080406>.

12. Сахарчук ТВ. Структурная организация области устьев полых вен в эмбриогенезе человека. *Проблемы здоровья и экологии*. 2008;(3): 76-80. [Saharchuk TV. Structure Organization Of The Area Of Orifices Of Cava Veins In The Human Embryogenesis. *Health and Ecology Issues*. 2008;(3): 76-80. (In Russ.)] <https://doi.org/10.51523/2708-6011.2008-5-3-15>.

13. Kholova I, Kautzner J. Morphology of Atrial Myocardial Extensions Into Human Caval Veins. *Circulation*. 2004;110(5): 483-8. <http://doi.org/10.1161/01.cir.0000137117.87589.88>.

14. Филатов АГ, Ковалев АС. Роль изоляции верхней полой вены при катетерной радиочастотной абляции у пациентов с фибрилляцией предсердий. *Анналы хирургии*. 2019;24(3): 159-64. [Filatov AG, Kovalev AS. The role of radiofrequency isolation of superior vena cava in patients with atrial fibrillation. *Russian Annals of Surgery*. 2019;24(3): 159-64. (In Russ.)] <https://doi.org/10.24022/1560-9502-2019-24-3-159-164>.

15. Andrade JG, Deyell MW, Verma A, et al. The Cryoballoon vs Irrigated Radiofrequency Catheter Ablation

(CIRCA-DOSE) Study Results in Context. *Electrophysiology Review*. 2020;9(1): 34-9. <http://doi.org/10.15420/aer.2019.13>.

16. Victor C. Superior vena CAVA Isolation by Cryoballoon in Addition to Pulmonary Vein Isolation in Atrial Fibrillation Ablation Patients. A Randomized Trial. CAVAC AF Trial. Study Rationale and Design. *Journal of Atrial Fibrillation and Electrophysiology*. 2022;15(1). <http://doi.org/10.4022/jafib.20200510>.

17. Iacopino S, Osório TG, Filannino P, et al. Safety and feasibility of electrical isolation of the superior vena cava in addition to pulmonary vein ablation for paroxysmal atrial fibrillation using the cryoballoon: lessons from a prospective study. *Journal of Interventional Cardiac Electrophysiology*. 2020;60(2): 255-60. <http://doi.org/10.1007/s10840-020-00740-y>.

18. Dubuc M, Roy D, Thibault B, al. Transvenous Catheter Ice Mapping and Cryoablation of the Atrioventricular Node in Dogs. *Pacing and Clinical Electrophysiology*. 1999;22(10): 1488-98. <http://doi.org/10.1111/j.1540-8159.1999.tb00353.x>.

19. Wei H, Guo X, Sun Q, et al. Electrical isolation of the superior vena cava using second-generation cryoballoon in patients with atrial fibrillation. *Journal of Cardiovascular Electrophysiology*. 2020;31(6): 1307-14. <http://doi.org/10.1111/jce.14477>.

20. Chen CK, Yu CC. Effective superior vena cava isolation using a novel C-shaped approach. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*. 2023;10. <http://doi.org/10.3389/fcvm.2023.1253912>.

21. Mol D, Renskers L, Balt JC, et al. Persistent phrenic nerve palsy after atrial fibrillation ablation: Follow-up data from The Netherlands Heart Registration. *Journal of Cardiovascular Electrophysiology*. 2022 Jan 28;33(3):559-64. <http://doi.org/10.1111/jce.15368>.

22. Miyazaki S, Usui E, Kusa S, et al. Prevalence and clinical outcome of phrenic nerve injury during superior vena cava isolation and circumferential pulmonary vein antrum isolation using radiofrequency energy. *American Heart Journal*. 2014 Dec;168(6):846-53. <http://doi.org/10.1016/j.ahj.2014.09.011>.

23. Ollitrault P, Chaumont C, Font J, et al. Superior vena cava isolation using a pentaspline pulsed-field ablation catheter: feasibility and safety in patients undergoing atrial fibrillation catheter ablation. *Europace*. 2024;26(7). <http://doi.org/10.1093/europace/euae160>.