

ИЗМЕНЕНИЕ ДЕФОРМАЦИИ УСТЬЕВ ЛЕГОЧНЫХ ВЕН ПОСЛЕ РАДИОЧАСТОТНОЙ И КРИОБАЛЛОННОЙ АБЛАЦИИ У ПАЦИЕНТОВ С ПАРОКСИЗМАЛЬНОЙ ФОРМОЙ ФИБРИЛЛЯЦИИ ПРЕДСЕРДИЙ

Е.С.Ситкова, С.Ю.Усенков, Е.А.Арчаков, А.В.Сморгон, Р.Е.Баталов, П.С.Иршенко,
С.В.Агафонкин, С.В.Попов

*Научно-исследовательский институт кардиологии, Томский национальный исследовательский
медицинский центр Российской академии наук, ул. Киевская, д. 111а.*

Цель. Изучить изменения деформации устьев легочных вен (ЛВ) интраоперационно после радиочастотной (РЧА) и криобаллонной аблации (КБА) у пациентов с пароксизмальной формой фибрилляции предсердий (ФП) с использованием внутрисердечной эхокардиографии.

Материал и методы исследования. Пациенты с пароксизмальной формой ФП ($n=41$) в возрасте $60,1 \pm 7,1$ лет и стажем заболевания $7,7 \pm 4,8$ лет были включены в исследование и поделены на 2 группы: 1 группа - методом лечения ФП была РЧА ($n=23$) и 2 группа - КБА ЛВ ($n=18$). Всем пациентам исходно выполнена трансторакальная, а интраоперационно внутрисердечная эхокардиография с изучением продольной деформации устьев ЛВ до и сразу после их изоляции.

Результаты. Группы были сопоставимы по основным клинико-инструментальным показателям. Регресс продольной деформации устьев ЛВ достигнут у пациентов обеих групп, что соответствовало их полной изоляции. Отмеченная тенденция к более выраженному изменению продольной деформации устьев ЛВ после КБА в сравнении с РЧА, что было выявлено для левой верхней ЛВ ($10 \pm 0,7\%$ и $6,1 \pm 0,8\%$, $p < 0,001$) и правой нижней ЛВ ($9,3 \pm 0,7\%$ и $7,3 \pm 0,6\%$, $p < 0,001$), требует продолжения наблюдения и анализа данных в группе большей численности. Перипроцедурных осложнений зарегистрировано не было.

Выводы. Выполнение изоляции устьев ЛВ сопровождается значимым изменением их продольной деформации по данным внутрисердечной эхокардиографии как после КБА, так и после РЧА.

Ключевые слова: фибрилляция предсердий; криобаллонная аблация; радиочастотная аблация; продольная деформация; изоляция легочных вен; внутрисердечная эхокардиография

Конфликт интересов: отсутствует.

Финансирование: отсутствует.

Рукопись получена: 27.07.2022 **Исправленная версия получена:** 09.09.2022 **Принята к публикации:** 29.09.2022

Ответственный за переписку: Ситкова Екатерина Сергеевна, E-mail: chekruzova@mail.ru

Е.С.Ситкова - ORCID ID 0000-0002-0988-3642, С.Ю.Усенков - ORCID ID 0000-0001-9553-9647, Е.А.Арчаков - ORCID ID 0000-0002-2530-361X, А.В.Сморгон - ORCID ID 0000-0002-6531-7223, Р.Е.Баталов - ORCID ID 0000-0003-1415-3932, П.С.Иршенко - ORCID ID 0000-0002-5106-9425, С.В.Агафонкин - ORCID ID 0000-0002-7358-6386, С.В.Попов - ORCID ID 0000-0002-9050-4493

Для цитирования: Ситкова ЕС, Усенков СЮ, Арчаков ЕА, Сморгон АВ, Баталов РЕ, Иршенко ПС, Агафонкин СВ, Попов СВ. Изменение деформации устьев легочных вен после радиочастотной и криобаллонной аблации у пациентов с пароксизмальной формой фибрилляции предсердий. *Вестник аритмологии*. 2023;30(1): 34-41. <https://doi.org/10.35336/VA-2023-1-05>.

CHANGES IN THE PULMONARY VEINS OSTIA DEFORMATION AFTER RADIOFREQUENCY AND CRYOBALLOON ABLATION IN PATIENTS WITH PAROXYSMAL ATRIAL FIBRILLATION

E.S.Sitkova, S.Yu.Usenkov, E.A.Archakov, A.V.Smogon, R.E.Batalov, P.S.Irshenko, S.V.Agafonkin, S.V. Popov
Cardiology Research Institute, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences, 111a Kievskaya str.

Aim. To study changes in pulmonary vein ostia strain after radiofrequency (RFA) and cryoballoon ablation (CBA) in patients with paroxysmal atrial fibrillation (AF) by intracardiac echocardiography.

Methods. Patients with paroxysmal AF ($n=41$) aged 60.1 ± 7.1 years and duration of the disease 7.7 ± 4.8 years were included in the study. Pulmonary vein (PV) isolation was performed with RFA ($n=23$) and CBA ($n=18$). All patients underwent transthoracic and intraoperative intracardiac echocardiography. Longitudinal strain of PV ostia was assessed before and after isolation.

Results. Groups were comparable in main clinical parameters. Regress of PV ostia strain after RFA and CBA was achieved in all of PV, which corresponded to complete PV isolation. Remarked trend toward a more pronounced regression of PV ostia longitudinal strain after CBA compared with RFA for left superior ($10 \pm 0.7\%$ and $6.1 \pm 0.8\%$ respectively,

$p < 0.001$) and right inferior PV ($9.3 \pm 0.7\%$ vs $7.3 \pm 0.6\%$, $p < 0.001$) requires continued observation and analysis of data in a larger group. There were no complications.

Conclusion. PV isolation is accompanied by a significant change in their longitudinal strain using intracardiac echocardiography both after CBA and after RFA.

Key words: atrial fibrillation; cryoballoon ablation; radiofrequency ablation; longitudinal strain; pulmonary vein isolation; intracardiac echocardiography.

Conflict of interests: none.

Funding: none.

Received: 27.07.2022 **Revision Received:** 09.09.2022 **Accepted:** 29.09.2022

Corresponding author: Sitkova Ekaterina, E-mail: chekruzkhova@mail.ru

E.S.Sitkova - ORCID ID 0000-0002-0988-3642, S.Yu.Usenkov - ORCID ID 0000-0001-9553-9647, E.A.Archakov - ORCID ID 0000-0002-2530-361X, A.V.Smorgon - ORCID ID 0000-0002-6531-7223, R.E.Batalov - ORCID ID 0000-0003-1415-3932, P.S.Irshenko - ORCID ID 0000-0002-5106-9425, S.V.Agafonkin - ORCID ID 0000-0002-7358-6386, S.V.Popov - ORCID ID 0000-0002-9050-4493

For citation: Sitkova ES, Usenkov SYu, Archakov EA, Smorgon AV, Batalov RE, Irshenko PS, Agafonkin SV, Popov SV. Changes in the deformation of the pulmonary vein ostia after radiofrequency and cryoballoon ablation in patients with paroxysmal atrial fibrillation. *Journal of Arrhythmology*. 2023;30(1): 34-41. <https://doi.org/10.35336/VA-2023-1-05>.

Ввиду возможности рассмотрения катетерной абляции как способа лечения первой линии пациентов с пароксизмальной фибрилляцией предсердий (ФП) в качестве альтернативы антиаритмической терапии (класс рекомендаций IIa, уровень доказательности B) согласно Клиническим рекомендациям по фибрилляции и трепетанию предсердий Министерства Здравоохранения РФ 2020 года, применение интервенционного лечения в наши дни находит все более широкое применение. Наряду с радиочастотной абляцией (РЧА), зарекомендовавшей себя как «золотой» стандарт интервенционного лечения ФП, криобаллонная абляция (КБА) укрепляет свои позиции с каждым годом, демонстрируя однозначные преимущества перед антиаритмической терапией [1, 2].

Структурное ремоделирование миокарда предсердий, мышечных муфт легочных вен (ЛВ), в частности, рассматривается в качестве одной из ведущих причин возникновения ФП, патоморфологическим субстратом которого выступает фиброз с развитием электрической неоднородности. В 92,7% случаев причиной рецидивов аритмии является восстановление проведения в ЛВ. В качестве пути решения этой проблемы рассматривается более раннее катетерное лечение ФП, позволяющее уменьшать структурное ремоделирование левого предсердия (ЛП) и частоту рецидивов [3]. Подобная тактика позволяет достигать 80% эффективности лечения ФП с учетом повторных вмешательств. Нарушение механической функции ЛП, как проявление его ремоделирования, рассматривается в настоящее время как один из факторов, определяющих успех в стратегии удержания синусового ритма, а также прогнозировании риска рецидивов аритмии после катетерного лечения [4]. Среди большого многообразия инструментальных методов изучения состояния предсердий наиболее информативными являются ультразвуковые и томографические [5]. Последние наряду с высокой разрешающей способностью имеют ряд ограничений, связанных с использованием контраста

при функциональных нарушениях почек, дороговизной, невозможностью использования у пациентов с имплантированными устройствами, временем обработки изображений и получения результатов.

Все более широкое применение находит методика Speckle-tracking эхокардиографии (STE), заключающаяся в анализе движения пятен серой шкалы, полученных при двухмерной сонографии, позволяющей произвести точную количественную оценку деформации миокарда, систолической и диастолической его функции. В 2018 году принят консенсус по визуализирующим методам диагностики у пациентов с ФП (EACVI/EHRA Expert Consensus Document on the role of multi-modality imaging for the evaluation of patients with atrial fibrillation). Данный документ регламентирует подход к применению STE для изучения механической функции предсердий. При этом методика оценки деформации ЛВ, как структуры, непосредственно задействованной в электрофизиологии ФП, в данном соглашении не упоминается и до настоящего времени не разработана [6].

Перспективным направлением является динамическое интраоперационное проведение внутрисердечной эхокардиографии (ВСЭхоКГ) с применением speckle-tracking (до и после радиочастотного воздействия), позволяющей визуализировать устья всех ЛВ и оценивать глобальную продольную деформацию предсердий, что затруднено при использовании чреспищеводного датчика. Успешное использование данной методики позволило в 2018 году создать способ оценки трансмуральности повреждения, заключающийся в анализе изменений деформации устьев ЛВ после их радиочастотной изоляции. При сопряжении показателей, полученных при использовании разработанного метода с электрофизиологическими критериями эффективности, показано, что изменения деформации устьев ЛВ более чем на 6% свидетельствуют о полной их электрической изоляции [7]. На основании разработанной методики был получен патент РФ на изобре-

тение №2645413. Кроме того, применение ВСЭхоКГ позволяет произвести дополнительный внутриоперационный контроль безопасности для исключения возможных осложнений вмешательства.

Проводимое лечение по своей сути направлено на разобщение двунаправленного электрического проведения между предсердиями и устьями ЛВ, достигающееся путем повреждающего воздействия на мышечные муфты. Ожидаемым эффектом является изменение продольной деформации устьев ЛВ, реализуемое за счет нарушения сократимости мышечных клеток, доступное к изучению ВСЭхоКГ.

Другим эффектом процедуры аблации является изменение деформации ЛП за счет отсутствия контрактильности изолированных устьев ЛВ и их вклада в реализацию сократимости предсердий. Однако, учитывая факт технических различий при использовании РЧА и КБА, предполагается разная степень выраженности повреждающих эффектов двух видов воздействий. Эти данные представляют интерес в перспективе изучения влияния деформации устьев ЛВ после РЧА и КБА на механику предсердий и желудочков. На настоящий момент эти данные немногочисленны и находят отражение только в отдельных работах. Поэтому, целью нашего исследования стало изучение изменений деформации устьев ЛВ внутриоперационно после РЧА и КБА ЛВ у пациентов с пароксизмальной формой ФП с использованием ВСЭхоКГ.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследование включены пациенты с пароксизмальной формой ФП в возрасте $60,1 \pm 7,1$ лет с документированной на догоспитальном этапе аритмией по данным 12-канальной электрокардиограммы (ЭКГ) или суточного мониторинга ЭКГ. Все пациенты получали антикоагулянтную и антиаритмическую терапию в максимально переносимых терапевтических дозах и имели стаж ФП $7,7 \pm 4,8$ лет. Среди включенных пациентов у 10 человек диагностирована ишемическая болезнь сердца, у 35 - гипертоническая болезнь, у 7 - сахарный диабет 2 типа, 4 человека имели анамнестические указания на острое нарушение мозгового кровообращения / транзиторную ишемическую атаку.

Исследование было одобрено локальным этическим комитетом и выполнено на базе научно-исследовательского института кардиологии (Томск).

Критерии включения в исследование:

- пациенты обоего пола старше 18 лет;
- пароксизмальная форма ФП,
- письменное согласие пациента на участие в исследовании;
- наличие показаний для интервенционного лечения.

Критерии исключения:

- персистирующая, длительно персистирующая и постоянная формы ФП;
- тромбоз полостей сердца;
- любое другое заболевание, препятствующее проведению вмешательства в исследовании: острый инфаркт миокарда; стеноз или недостаточность любого клапана, требующая кардиохирургической коррекции;

кардиомиопатии (дилатационная, гипертрофическая); тяжелая сердечная недостаточность (IV функциональный класс по NYHA).

Всем пациентам выполнен стандартный объем предоперационного клинко-инструментального обследования, включавшего, в том числе трансторакальную эхокардиографию на аппарате экспертного класса (Philips HD15) в соответствии со стандартным протоколом.

Включенные в исследование пациенты в соответствии с простой нестратифицированной рандомизационной последовательностью, сгенерированной методом случайных чисел с использованием ресурса www.randomization.com, были распределены в 2 группы: 1 группа, в которой методом лечения ФП была РЧА ($n=23$) и 2-ая - группа использования КБА ЛВ ($n=18$).

Интервенционное лечение

РЧА ЛВ проводилась в рентгеноперационной в условиях медикаментозной седации правым феморальным доступом с установкой 3 интродьюсеров: 8 Fr, 6 Fr и Fast-Cath 8,5 Fr. Через два первых в полость сердца проводились электроды-катетеры NaviStar ThermoCool 3,5 mm (Biosense Webster, США) и 4-полюсный диагностический Viking (Boston Scientific, USA). Дополнительно пунктировали левую бедренную вену, в которую устанавливали интродьюсер 10 Fr и через него проводили катетер для ВСЭхоКГ (SoundStar 3D (Biosense Webster, США)) в полость правого предсердия. Под контролем ВСЭхоКГ пунктировали межпредсердную перегородку при помощи интродьюсера Fast-Cath 8,5 Fr и иглы BRK-1 (St. Jude Medical, США) с последующим введением через интродьюсер в левое предсердие циркулярного электрода

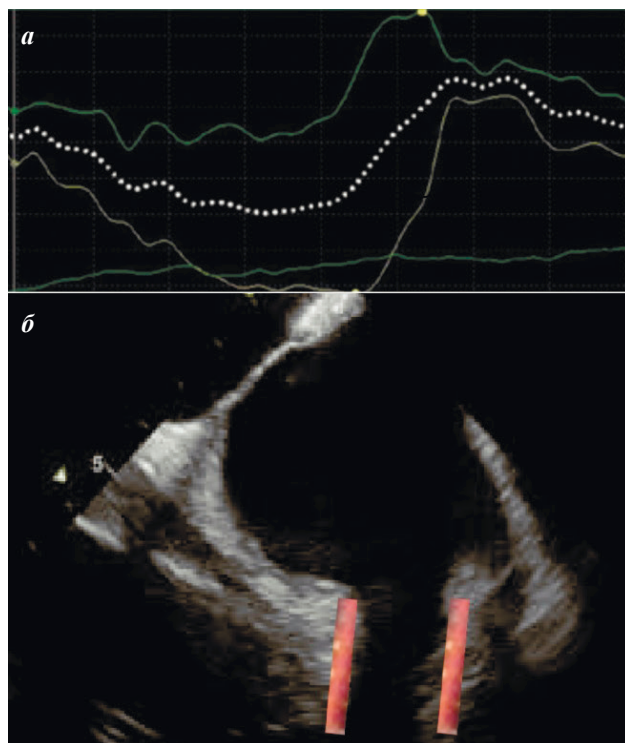


Рис. 1. Кривая продольной деформации устья левой верхней легочной вены (а); установка контрольного объема в предполагаемую область мышечной муфты левой верхней легочной вены (б).

Lasso (Biosense Webster, США) и абляционного электрода через межпредсердную перегородку с иницированием инфузии гепарина до целевого диапазона активированного времени свертывания 300-350 с. Выполняли ВСЭхоКГ с использованием STE, измеряли тканевую деформацию ЛВ, выражая ее в процентах, и скорость деформации ЛВ, измеряемую в 1/секунду. При этом визуализация левых ЛВ осуществлялась из полости правого предсердия, а для визуализации правых ЛВ ультразвуковой катетер проводился через постпункционное отверстие межпредсердной перегородки в полость ЛП. Электрофизиологическое исследование выполнялось на аппаратно-программном комплексе «Элкарт» («Электропульс», Россия). Анатомическая реконструкция ЛП проводилась с использованием трехмерной нефлюороскопической системы CARTO 3 (Biosense Webster, США) с применением FAM технологии. Выполнялась электрическая изоляция ЛВ радиочастотной энергией абляционным электродом с применением радиочастотного деструктора RF100-TZ («Электропульс», Россия) с контролем по мощности - 45 Вт, целевой температурой 50 °С и временем воздействия 10-15 секунд с формированием непрерывной линий радиочастотного повреждения на расстоянии 0,5-1 см вокруг устья каждой из ЛВ и последующим контролем эффективности деструкции. Электрофизиологическим критерием изоляции служило исчезновение потенциалов ЛВ на циркулярном электроде Lasso (Biosense Webster, США). При проведении стимуляции

ЛВ и ЛП регистрировали блок «входа» и «выхода». После антральной изоляции ЛВ повторно проводили ВСЭхоКГ для оценки тканевой деформации и скорости деформации ЛВ с использованием STE. Анализ полученных данных выполняли на ультразвуковом сканере GE Vivid q (США) в программной оболочке количественного анализа Q-Analysis. Процедура завершалась удалением электродов и интродьюсеров и наложением давящих повязок на места пункции.

КБА ЛВ. После осуществления правого бедренного доступа под контролем ВСЭхоКГ выполнялась пункция межпредсердной перегородки, через которую проводился FlexCath Advance (Medtronic, США). Криокатетер поочередно помещался во все ЛВ. Контроль окклюзии выполнялся с помощью введения контрастного вещества. Под контролем электрода Achieve 20 мм (Medtronic, США) выполнялась криоизоляция ЛВ с помощью катетера второго поколения Arctic Front Advance 28 мм (Medtronic, США), температурой до -40-60 °С и временем воздействия 180-240 секунд. Изоляция правых ЛВ выполнялась на фоне стимуляции диафрагмального нерва из правой подключичной вены. Методика ВСЭхоКГ была аналогична таковой при РЧА.

Speckle-tracking эхокардиография (STE) - количественная ультразвуковая методика оценки функции миокарда путем анализа движения «пятен» (speckle), выявленных на обычных 2-мерных эхограммах. При отслеживании перемещения «спеклов» во время сердечного цикла деформацию и скорость её изменения можно измерить непосредственно после проведенного исследования. Ядра «спеклов» регистрируются одновременно в нескольких зонах в пределах плоскости изображения и дают информацию о локальном перемещении. Эти данные становятся основой изучения таких параметров миокардиальной функции как скорость, деформация и скорость деформации. Смещение является параметром, определяющим расстояние, на которое «спекл» изменяет положение в двух последовательных кадрах и измеряется в см. Деформация отражает изменение длины сегмента миокарда, измеряется в процентах и, при этом, может иметь положительные или отрицательные значения, соответствующие укорочению или удлинению сегмента.

При анализе STE учитывались 3 последовательных сердечных цикла для измерения деформации. STE позволяет получать данные

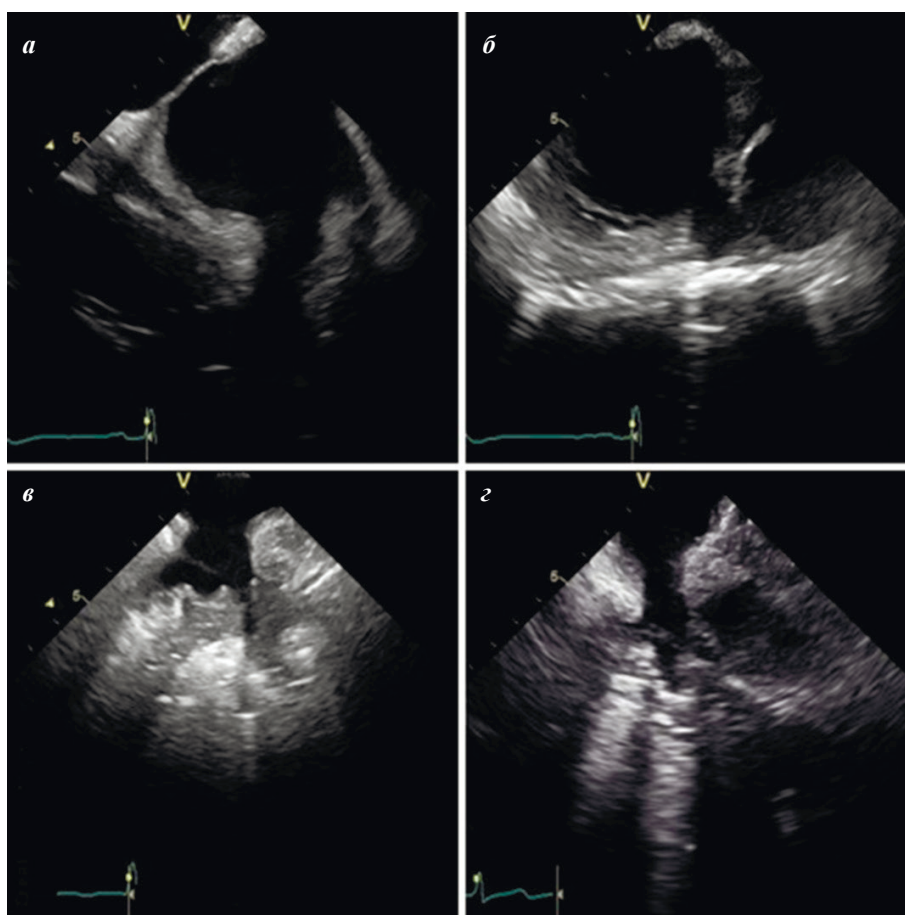


Рис. 2. Визуализация устьев легочных вен с помощью внутрисердечной эхокардиографии: а - левая верхняя легочная вена, б - левая нижняя легочная вена, в - правая верхняя легочная вена, г - правая нижняя легочная вена.

деформации миокарда в 3 пространственных направлениях: продольном, радиальном и циркулярном. В нашем исследовании мы оценивали только продольную деформацию устьев ЛВ. Исходя из строения ЛВ, деформация их устьев может осуществляться благодаря включению мышечных клеток, толщина которых уменьшается по направлению к дистальным отделам. Контрольный объем для измерения деформации располагали в области устьев ЛВ. При этом продольная деформация отражала изменения длины контрольного объема, направленной от устьев ЛВ к дистальным их отделам. Полученные данные обрабатывали с помощью специфического асoustictracking программного обеспечения (рис. 1 и 2). Данная методика не противоречит принятому консенсусу EACVI/EHRA Expert Consensus Document on the role of multimodality imaging for the evaluation of patients with atrial fibrillation, поскольку не затрагивает аспекты изучения механических свойств ЛП.

Статистическая обработка полученных данных производилась с помощью пакета прикладных программ STATISTICA ver. 10.0 для Windows. Тип распределения выборки определялся с использованием критерия Шапиро-Уилкса. Анализ основывался на использовании t-критерия Стьюдента для двух групп по зависимому и независимому признаку. При сравнении процентных соотношений применялся критерий согласия χ^2 . Различия величин оценивались как значимые при $p < 0,05$. Данные представлены в виде $M \pm SD$, где M - среднее арифметическое значение, SD - стандартное отклонение.

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Клиническая характеристика групп пролеченных пациентов представлена в табл. 1. Группы были сопоставимы по основным клинико-инструментальным параметрам. Все пациенты имели нормальную анатомию отхождения ЛВ, полученную по данным ВСЭхоКГ. Ни в одной из групп не было зарегистрировано перипроцедурных осложнений.

Оба метода интервенционного лечения проводились на синусовом ритме с возможностью до- и послеоперационной ВСЭхоКГ и анализа STE 3 последовательных сердечных циклов для измерения деформации. Полученные данные обрабатывались с помощью специфического асoustictracking программного обеспечения. Проанализированные данные групп РЧА и КБА ЛВ представлены в табл. 2.

В обеих группах анализ данных, полученных по результатам внутрисердечной STE до и после воздействия, позволил документировать регресс продольной деформации устьев всех ЛВ, значения которой в сопоставлении с ранее полученными данными соответствуют полной их электрической изоляции [7].

Ввиду большого разброса значений скорости деформации устьев ЛВ, что связано со сложностью стабилизации ультразвукового датчика в продольном направлении в полости сокращающегося ЛП, данный показатель был исключен из анализа. Решение об исключении данного показателя обусловлено также малой выборкой больных и высокой вероятностью

искажения полученных результатов. Продолжение набора данных по тематике позволит минимизировать погрешность измерения и повысить достоверность результатов.

Сравнительный анализ изменения продольной деформации устьев ЛВ при использовании КБА и РЧА привел к получению неоднозначных результатов. Так, применение КБА в устьях ЛВ приводило к достоверно лучшему регрессу их продольной деформации для левой верхней ($6,1 \pm 0,8\%$ и $10,0 \pm 0,7\%$, $p < 0,001$) и правой нижней ЛВ ($7,3 \pm 0,6\%$ и $9,3 \pm 0,7\%$, $p < 0,001$), без преимуществ регресса показателей для правой верхней ЛВ после воздействия ($7,7 \pm 0,7\%$ и $7,7 \pm 0,6\%$, $p = 0,844$). Вместе с тем, значимо лучшее снижение деформации левой нижней ЛВ отмечено после РЧА ($13,0 \pm 0,8\%$ и $11,0 \pm 0,8\%$, $p = 0,018$) (рис. 3).

ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Используемая в нашем исследовании в качестве основной методики оценки изучаемых показателей деформации ЛВ интраоперационная ВСЭхоКГ с применением STE не является в настоящее время рутинной для оценки изолированности устьев ЛВ. Вместе с тем, опыт применения ВСЭхоКГ в нашем центре доказал информативность и практическую значимость в интраоперационной оценке эффективности произведенного воздействия, возможности определения анатомии ЛП и ЛВ наряду с оценкой структурно-функциональных изменений, исключении внутрисердечного тромбоза у пациентов со стабильной антикоагулянтной терапией предшествующие 3 недели и осложнений вмешательства, а также получении информации о положении катетера в устьях ЛВ. Поисковой анализ данных литературы

Таблица 1.

Клиническая характеристика групп пациентов

	РЧА ЛВ	КБА ЛВ
Количество пациентов, n	23	18
Возраст, лет ($M \pm SD$)	$58,1 \pm 7,0$	$62,1 \pm 7,3$
ГБ, n (%)	21 (91,3)	14 (77,7)
Сахарный диабет, n (%)	3 (13,0)	4 (22,2)
ИБС, n (%)	4 (17,3)	6 (33,3)
ОНМК/ТИА в анамнезе, n (%)	3 (13,0)	1 (5,5)
СНА ₂ DS ₂ -VASc ($M \pm SD$)	$2,1 \pm 1,3$	$2,6 \pm 1,8$
Длительность ФП, лет ($M \pm SD$)	$9,1 \pm 4,7$	$6,3 \pm 3,0$
Антиаритмическая терапия, n (%)	23 (100)	18 (100)
Антикоагулянтная терапия, n (%)	23 (100)	18 (100)
ФВ ЛЖ (%)	$65,7 \pm 4,5$	$66,2 \pm 4,5$
Диаметр ЛП, мм ($M \pm SD$)	$39,6 \pm 4,0$	$39,7 \pm 3,4$

Примечание: здесь и далее РЧА - радиочастотная абляция; ЛВ - легочные вены; КБА - криобаллонная абляция; ГБ - гипертоническая болезнь; ИБС - ишемическая болезнь сердца; ОНМК - острое нарушение мозгового кровообращения; ТИА - транзиторная ишемическая атака; ФП - фибрилляция предсердий; ФВ ЛЖ - фракция выброса левого желудочка; ЛП - левое предсердие.

по использованию методики ВСЭхоКГ для оценки деформации устьев ЛВ у пациентов с ФП свидетельствует об отсутствии аналогов данной работы и уникальности полученных данных. Существуют отдельные работы по использованию ВСЭхоКГ для изучения анатомии ЛВ, в которых площадь отверстия поперечного сечения левой верхней ЛВ определена как прогностический критерий эффективности РЧА с пороговым значением $154 \text{ мм}^2/\text{м}^2$ (отнесенное к площади поверхности тела) [8]. Также были показаны возможности ВСЭхоКГ в визуализации участков аблации и локальных изменений окружающей

Таблица 2.

Продольная деформация устьев ЛВ в группах пациентов, $M \pm SD$

	Деформация, %			p
	Исходно	После	Δ	
Группа РЧА				
ЛВЛВ	26±1,4	24,4±1,0	6,1±0,8	0,041
ЛНЛВ	26±1,4	22,6±0,8	13±0,8	0,023
ПВЛВ	23,2±1,2	21,4±1,2	7,7±0,7	0,049
ПНЛВ	24,5±1,1	22,7±1,3	7,3±0,6	0,038
Группа КБА				
ЛВЛВ	26±1,5	23,4±1,1	10±0,7	0,026
ЛНЛВ	24±0,9	21,6±0,9	11±0,8	0,019
ПВЛВ	23,2±1,3	21,4±1,1	7,7±0,6	0,049
ПНЛВ	24,5±1,1	22,2±1,1	9,3±0,7	0,042

Примечание: ЛВЛВ - левая верхняя легочная вена; ЛНЛВ - левая нижняя легочная вена; ПВЛВ - правая верхняя легочная вена; ПНЛВ - правая нижняя легочная вена.

ткани в устьях ЛВ после их изоляции [9]. Несмотря на очевидные возможности и перспективы, метод ВСЭхоКГ недооценен, что ограничивает его широкое внедрение в хирургическую практику.

Многочисленные исследования, посвященные сравнительному анализу существующих в настоящее время двух наиболее эффективных методов лечения ФП, РЧА и КБА ЛВ, в своем большинстве демонстрируют сопоставимые профили эффективности и безопасности. В отдельных исследованиях КБА имела превосходство над радиочастотным воздействием: меньший риск тромбообразования в повреждаемых участках, возможность осуществления изоляции ЛВ в одно воздействие с сокращением времени процедуры и использования в центрах с малым опытом катетерного лечения ввиду более простого технического протокола в сопоставлении с РЧА. Сравнение риска развития осложнений не продемонстрировало превосходства одного метода над другим [10].

Представленное в данной статье исследование выполнено на небольшой выборке пациентов, разделенных на группы применения КБА и РЧА. Интраоперационное изучение показателей продольной деформации устьев ЛВ с использованием ВСЭхоКГ позволяет сделать вывод о том, что после изоляции ЛВ независимо от типа энергии воздействия наблюдается значимое уменьшение продольной деформации устьев изолированных ЛВ. Принимая во внимание данные, полученные ранее и явившиеся основой для разработки способа оценки изолированности ЛВ в нашем центре как альтернативы электрофизиологического исследования, следует, что изменение продольной деформации ЛВ более чем на 6% в сопоставлении с данными контрольного электрофизиологического исследования после воздействия является критерием их изолированности [11]. В нашем исследовании данный критерий был достигнут для всех пациентов независимо от используемого типа интервенционного лечения. В сравнительном анализе влияния двух методов лечения отмечена разнонаправленная реакция с имеющимся трендом большего регресса продольной деформации сразу после использования криобаллонного воздействия, что отмечено для двух из четырех ЛВ. Выявленные различия наиболее вероятно обусловлены техническими особенностями КБА. При общей цели двух методик, сводящейся к полной электрической изоляции ЛВ от предсердий, ее достижение реализуется за счет разной площади и глубины повреждения. Использование криобаллона имеет ряд технических особенностей: более широкую

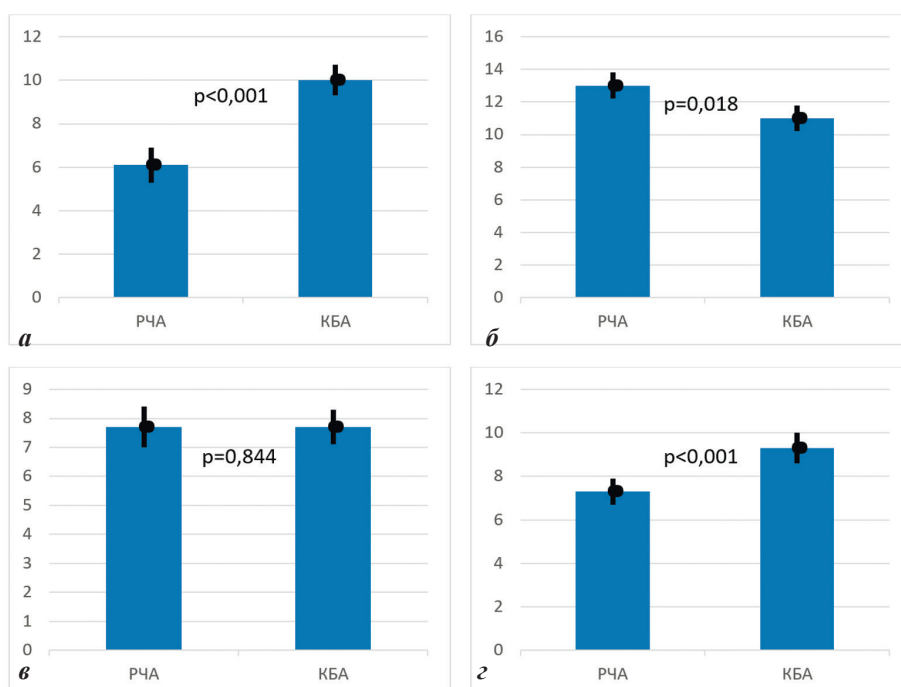


Рис. 3. Сравнительный анализ изменения продольной деформации устьев легочных вен после радиочастотной и криобаллонной аблации: а) в левой верхней легочной вене; б) в левой нижней легочной вене; в) правой верхней легочной вене; г) в правой нижней легочной вене.

площадь повреждения, равномерно циркулярную глубину некроза муфт устьев ЛВ в противопоставление угасающей на периферии выраженности повреждения при точечном радиочастотном воздействии. Анализ результатов исследований других центров в этом направлении не позволяет найти аналогов работ и носит противоречивых характер.

Так в работах И.Н.Мамчур с соавт. (2019) году были подробно изучены показатели механической функции ЛП и ЛВ до и после катетерной абляции. Из 104 включенных в исследование пациентов, подвергшихся изучению функции ЛП, инвазивное манометрическое изучение механики ЛВ выполнено лишь небольшой группе пациентов (17 человек). При этом всем из них выполнена РЧА. Данные об инвазивном изучении функции ЛВ среди пациентов, подвергшихся КБА, в данной работе нет, тем не менее, изучение показателей механической функции ЛП в динамике наблюдения пациентов позволило документировать ухудшение резервуарной и насосной функции после изоляции устьев ЛВ после использования обоих методов катетерного лечения с более выраженными изменениями сразу после процедуры РЧА. Данный факт авторы объяснили суждением о более глубоком и неоднородном повреждении при РЧА в противопоставление более гомогенному при криовоздействии [12]. Ранее этой же группой ученых был предложен способ внутрисердечной ультразвуковой оценки сократимости мышечных муфт путем измерения диаметра просвета устьев ЛВ до и сразу после воздействия [13]. В 2021 году L.Gottlieb с соавт. при исследовании изменений объема ЛП и ЛВ по данным магнитно-резонансной томографии после процедуры РЧА у пациентов с ФП и здоровых овец показали, что уменьшение диаметра ЛВ после их изоляции ассоциировано с протяженностью рубца, а снижение сократимости наблюдалось только в местах абляции. На основании полученных данных авторы сделали предположение о том, что уменьшение размера предсердий после абляции является следствием энергии воздействия и образования рубца в противопоставление данным об обратном развитии структурного ремоделирования [14]. Подобные выводы получены в исследовании 100 пациентов с ФП, где площадь поперечного сечения ЛВ на расстоянии 0,5 см от устьев после РЧА уменьшалась как в группе респондеров так и в группе

нереспондеров, что исключало предсказательную способность данного феномена в удержании синусового ритма [15]. Возможно, именно специфика повреждающего воздействия криобаллона, приводящего к формированию протяженной однородной рубцовой ткани, может объяснять большее изменения деформации ЛВ при криовоздействии в противовес РЧА. Безусловно, следует учитывать тот факт, что наше исследование малочисленное и требует уточнения полученных результатов на большей выборке больных, а потому выявленную тенденцию большего изменения продольной деформации двух из четырех ЛВ оценить однозначно в настоящее время не представляется возможным и дает основания на данном этапе только констатировать факт значительного изменения деформации устьев ЛВ после обоих типов воздействия.

Ограничением выполненной работы является отсутствие датчиков силы контакта на используемых абляционных электродах, что не позволило учитывать эти данные при анализе полученных результатов. Вместе с тем осуществление радиочастотного воздействия в непрекращающемся режиме, позволяло достигать непрерывности линии абляции вокруг ЛВ. Дополнительную информацию в аспекте сравнительного анализа двух методик могли бы представлять данные отсроченного ВСЭхоКГ с изучением деформации устьев ЛВ, однако получение подобного рода данных затруднительно у пациентов без рецидивов аритмии, в связи с чем исследование в динамике не проводилось.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

И КБА, и РЧА в значительной степени приводят к снижению продольной деформации ЛВ сразу после воздействия по данным ВСЭхоКГ. Продолжение проспективного наблюдения за частотой рецидивов аритмии и динамикой кардиальных структурно-функциональных изменений в группах больных поможет оценить предсказательную способность выявленных изменений в эффективности лечения и влиянии на механику предсердий и желудочков, а сам метод ВСЭхоКГ с технологией speckle-tracking рассматривать в качестве альтернативы интраоперационного электрофизиологического исследования для контроля изолированности ЛВ и его повсеместного внедрения в практическую деятельность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ревিশвили АШ, Шляхто ЕВ, Сулимов ВА, и др. Диагностика и лечение фибрилляции предсердий. Клинические Рекомендации. М.: 2017. ISBN 978-5-9500922-0-6. [Revishvili AS, Shlyakhto EV, Sulimov VA, et al. Diagnosis and management of atrial fibrillation. Clinical recommendations. M.: 2017. (In Russ.)] <https://vnoa.ru/upload/iblock/552/552a2e66b804a65431f406f5da5455ba.pdf>.
2. Айвазян СА, Артюхина ЕА, Горев МВ, и др. Практические рекомендации по выполнению процедуры криобаллонной изоляции легочных вен. М.: Академия постдипломного образования ФГБУ ФМБА России. 2020:112. [Ajvaz'jan SA, Artjuhina EA, Gorev MV, et al. Prakticheskie rekomendacii po vypolneniju procedury krioballonnoj izoljatsii legochnyh ven. M.: Akademiya postdiplomnogo obrazovaniya FGBU FMBA Rossii; 2020:112 (In Russ.)].
3. Ревিশвили АШ, Нардая ШГ, Рзаев ФГ, и др. Электрофизиологические и клинические предикторы эффективности радиочастотной абляции легочных вен и левого предсердия у пациентов с персистирующей формой фибрилляции предсердий. *Анналы аритмологии*. 2014;1(11): 46-53. [Revishvili AS, Nardaya SG, Rzayev FG, et al. Electrophysiological and clinical predictors of effectiveness of radiofrequency ablation in the pulmonary veins and left atrium in patients with persistent form of atrial fibrillation. *Annaly aritmologii*. 2014;1(11): 46-53. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.15275/annaritmol.2014.1.6>.

4. Павлюкова ЕН, Кужель ДА, Матюшин ГВ. Функция левого предсердия: современные методы оценки и клиническое значение. *Рациональная фармакотерапия в кардиологии*. 2017;13(5): 675-683. [Pavlyukova EN, Kuzhel DA, Matyushin GV. Left atrial function: modern assessment methods and clinical significance. *Rational Pharmacotherapy in Cardiology*. 2017;13(5): 675-683. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.20996/1819-6446-2017-13-5-675-683>.
5. Хлынин МС, Попов СВ, Криволапов СН, и др. Неинвазивная топическая диагностика нарушений ритма сердца. *Патология кровообращения и кардиохирургия*. 2014;18(4): 96-103 [Khlynin MS, Popov SV, Krivolapov SN, et al. Non-invasive topical diagnostics of heart arrhythmias. *Circulation pathology and cardiac surgery*. 2014;18(4): 96-103. (In Russ.)]. <http://doi.org/10.21688/1681-3472-2014-4-96-103>.
6. Donal E, Lip G, Galderisi M, et al. EACVI/EHRA Expert Consensus Document on the role of multi-modality imaging for the evaluation of patients with atrial fibrillation. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2016;17(4): 355-83. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jev354>.
7. Усенков СЮ, Сморгон АВ, Баталов РЕ, и др. Способ оценки эндокардиальной радиочастотной изоляции легочных вен. Патент на изобретение RU 2645413 C1, 21.02.2018. Заявка № 2016137721 от 21.09.2016. [Usenkov SYu, Smorgon AV, Batalov RE, et al. A method for assessing endocardial radiofrequency isolation of pulmonary veins. Patent for invention RU 2645413 C1, 21.02.2018. Application No. 2016137721 dated 09/21/2016. (In Russ.)]. https://www.elibrary.ru/download/elibrary_37364700_85905587.PDF.
8. Nakashima T, Kawasaki M, Toyoshi H, et al. Impact of the pulmonary vein orifice area assessed using intracardiac echocardiography on the outcome of radiofrequency catheter ablation for atrial fibrillation. *J Interv Card Electrophysiol*. 2018;51(2): 133-142. <https://doi.org/10.1007/s10840-018-0324-4>.
9. Miyazaki S, Nakamura H, Kajiyama T, et al. Early tissue reaction after second-generation cryoballoon ablation evaluated with intracardiac echocardiography. *Int Heart J*. 2019;60(3): 618-623. <https://doi.org/10.1536/ihj.18-413>.
10. Chen Y, Lu Zh, Xiang Y, et al. Cryoablation vs. radiofrequency ablation for treatment of paroxysmal atrial fibrillation: a systematic review and meta-analysis. *Europace*. 2017;19(5): 784-794. <https://doi.org/10.1093/eu>
- горасе/euw330.
11. Сморгон АВ, Лебедев ДИ, Усенков СЮ, и др. Применение speckle-tracking внутрисердечной эхокардиографии у пациентов с фибрилляцией предсердий во время радиочастотной изоляции легочных вен. *Российский кардиологический журнал*. 2017;(7): 117-120. [Smorgon AV, Lebedev DI, Usenkov SYu, et al. Speckle-tracking intracardiac echocardiography in atrial fibrillation patients during radiofrequency isolation of pulmonary veins. *Russian Journal of Cardiology*. 2017;(7): 117-120. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2017-7-117-120>.
12. Мамчур ИН, Чичкова ТЮ, Мамчур СЕ, и др. Сравнительный анализ нарушения механической функции левого предсердия после процедуры антральной изоляции легочных вен методом радиочастотной и криобаллонной абляции. *Российский кардиологический журнал*. 2017;22(8): 24-30. [Mamchur IN, Chichkova TYu, Mamchur SE, et al. Comparison of the disordered mechanical function of the left atrium after antral isolation of pulmonary veins by radiofrequency or cryoballoon ablation. *Russian Journal of Cardiology*. 2017;22(8): 24-30. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2017-8-24-30>.
13. Мамчур СЕ, Хоменко ЕА, Мамчур ИН, и др. Способ диагностики нарушения сократимости муфт легочных вен после процедуры радиочастотной абляции. Патент на изобретение RU 2518926 C1, 10.06.2014. Заявка № 2013114893/14 от 02.04.2013. (Mamchur SE, Khomenko EA, Mamchur IN, et al. Method for diagnosing impaired contractility of pulmonary vein couplings after radiofrequency ablation. Invention Patent RU 2518926 C1, 10.06.2014. Application No. 2013114893/14 dated 02.04.2013. (In Russ.)]. https://www.elibrary.ru/download/elibrary_37448082_39790475.pdf.
14. Gottlieb L, Jefairi N, Hamrani D, et al. Reduction in left atrial and pulmonary vein dimensions after ablation therapy is mediated by scar. *Int J Cardiol Heart Vasc*. 2021;37: 100894. <https://doi.org/10.1016/j.ijcha.2021.100894>.
15. Khidr S, Doyle M, Rayarao G, et al. Pulmonary vein remodeling following pulmonary vein isolation in patients with atrial fibrillation-do pulmonary veins represent only an epiphenomenon? A cardiac MRI study. *Cardiovasc Diagn Ther*. 2019;9(1): 8-17. <https://doi.org/10.21037/cdt.2018.09.07>.