

## Оценка влияния катетерного лечения фибрилляции предсердий на функции левого и правого предсердий

Московских Т. В., Сморгон А. В., Арчаков Е. А., Усенков С. Ю., Баталов Р. Е., Попов С. В.

**Цель.** Оценить влияние катетерной абляции на изменение функций левого (ЛП) и правого предсердий (ПП) у пациентов с фибрилляцией предсердий (ФП).

**Материал и методы.** В исследование включено 28 пациентов (14 мужчин и 14 женщин) в возрасте от 33 до 72 лет (средний возраст 57,7±9,9 лет) с пароксизмальной (n=23) и персистирующей формами ФП (n=5). Всем пациентам выполнялась радиочастотная абляция (РЧА) с антральной изоляцией устьев легочных вен. До катетерного лечения и через 3 дня после проводилась трансторакальная двухмерная эхокардиография на синусовом ритме с оценкой резервуарной, проводниковой, насосной функций ЛП и пиковой продольной деформации ПП.

**Результаты.** У исследованных пациентов выявлено статистически значимое снижение резервуарной, проводниковой и насосной функций ЛП после проведения РЧА, в то время как статистически значимого изменения пиковой продольной деформации ПП после катетерной абляции не зарегистрировано. Функция резервуара ЛП уменьшилась на 6,45%, (p<0,001); функция проводника на 3,59% (p<0,001); насосная функция на 2,85% (p<0,001); пиковая продольная деформация ПП увеличилась на 0,73% (p=0,43).

**Заключение.** Катетерная абляция оказывает значимое повреждающее действие на ткань ЛП, угнетая резервуарную, насосную и проводниковую функции. При этом сократительная способность ПП в раннем послеоперационном периоде улучшается незначительно.

**Ключевые слова:** фибрилляция предсердий, катетерная абляция, левое предсердие, правое предсердие, фиброз предсердий, speckle tracking.

**Отношения и деятельность:** нет.

Научно-исследовательский институт кардиологии, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук, Томск, Россия.

Московских Т. В.\* — аспирант отделения хирургического лечения сложных нарушений ритма сердца и электрокардиостимуляции, ORCID: 0000-0002-

8689-8493, Сморгон А. В. — м.н.с. лаборатории ультразвуковой и функциональной диагностики, ORCID: 0000-0002-6531-7223, Арчаков Е. А. — к.м.н., м.н.с. отделения хирургического лечения сложных нарушений ритма сердца и электрокардиостимуляции, ORCID: 0000-0002-9885-5204, Усенков С. Ю. — врач по рентгенэндоваскулярной диагностике и лечению отделения хирургического лечения сложных нарушений ритма сердца и электрокардиостимуляции, ORCID: 0000-0001-9553-9647, Баталов Р. Е. — д.м.н., в.н.с. отделения хирургического лечения сложных нарушений ритма сердца и электрокардиостимуляции, ORCID: 0000-0003-1415-3932, Попов С. В. — д.м.н., профессор, академик РАН, директор, руководитель отделения хирургического лечения сложных нарушений ритма сердца и электрокардиостимуляции, зам. директора по научной и лечебной работе, ORCID: 0000-0002-9050-4493.

\*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author): moskovskih\_tanya@mail.ru

КА — катетерная абляция, ЛВ — легочные вены, ЛЖ — левый желудочек, ЛП — левое предсердие, ПП — правое предсердие, РЧА — радиочастотная абляция, ФП — фибрилляция предсердий, ЭхоКГ — эхокардиография.

Рукопись получена 31.05.2022

Рецензия получена 29.06.2022

Принята к публикации 06.07.2022



**Для цитирования:** Московских Т. В., Сморгон А. В., Арчаков Е. А., Усенков С. Ю., Баталов Р. Е., Попов С. В. Оценка влияния катетерного лечения фибрилляции предсердий на функции левого и правого предсердий. *Российский кардиологический журнал*. 2022;27(7):5087. doi:10.15829/1560-4071-2022-5087. EDN ULPLTW

## Effect of catheter ablation for atrial fibrillation on left and right atrial function

Moskovskikh T. V., Smorgon A. V., Archakov E. A., Usenkov S. Yu., Batalov R. E., Popov S. V.

**Aim.** To evaluate the effect of catheter ablation on left (LA) and right atria (RA) function in patients with atrial fibrillation.

**Material and methods.** The study included 28 patients (14 men and 14 women) aged 33 to 72 years (mean age, 57,7±9,9 years) with paroxysmal (n=23) and persistent AF (n=5). All patients underwent radiofrequency ablation (RFA) with pulmonary vein antrum isolation. Before ablation and 3 days after, transthoracic two-dimensional echocardiography was performed in sinus rhythm with an assessment of LA reservoir, conduit and booster pump function and RA peak longitudinal strain.

**Results.** In the studied patients, a significant decrease in the reservoir, conduit and booster pump function of the LA was revealed after RFA, while there was no significant change in RA peak longitudinal strain after catheter ablation. LA reservoir, conduit and booster pump function decreased by 6,45% (p<0,001), 3,59% (p<0,001), 2,85% (p<0,001), respectively, while RA peak longitudinal strain increased by 0,73% (p=0,43).

**Conclusion.** Catheter ablation has a significant damaging effect on the LA tissue, inhibiting the reservoir, pumping and pipeline functions. At the same time, the contractility of the PP in the early postoperative period improves, but not significantly.

**Keywords:** atrial fibrillation, catheter ablation, left atrium, right atrium, atrial fibrillation, speckle tracking.

**Relationships and Activities:** none.

Cardiology Research Institute, Tomsk National Research Medical Center, Tomsk, Russia.

Moskovskikh T. V.\* ORCID: 0000-0002-8689-8493, Smorgon A. V. ORCID: 0000-0002-6531-7223, Archakov E. A. ORCID: 0000-0002-9885-5204, Usenkov S. Yu. ORCID: 0000-0001-9553-9647, Batalov R. E. ORCID: 0000-0003-1415-3932, Popov S. V. ORCID: 0000-0002-9050-4493.

\*Corresponding author: moskovskih\_tanya@mail.ru

**Received:** 31.05.2022 **Revision Received:** 29.06.2022 **Accepted:** 06.07.2022

**For citation:** Moskovskikh T. V., Smorgon A. V., Archakov E. A., Usenkov S. Yu., Batalov R. E., Popov S. V. Effect of catheter ablation for atrial fibrillation on left and right atrial function. *Russian Journal of Cardiology*. 2022;27(7):5087. doi:10.15829/1560-4071-2022-5087. EDN ULPLTW

**Ключевые моменты**

- После проведения катетерной абляции фибрилляции предсердий значительно снижаются насосная, проводниковая и резервуарная функции левого предсердия.
- В раннем послеоперационном периоде после антральной изоляции устьев легочных вен сократимость правого предсердия значительно не изменяется.
- 2D speckle tracking эхокардиография является доступным и информативным методом оценки сократимости предсердий.

**Key messages**

- After catheter ablation for atrial fibrillation, the left atrial reservoir, conduit and booster pump functions are significantly reduced.
- In the early postoperative period after pulmonary vein antrum isolation, the right atrial contractility does not change significantly.
- 2D speckle tracking echocardiography is an accessible and informative method for assessing atrial contractility.

Изучение влияния механической функции левого предсердия (ЛП) на развитие и прогрессирование фибрилляции предсердий (ФП), прогнозирование сохранения синусового ритма на фоне медикаментозного и интервенционного лечения пациентов остается актуальным вопросом уже длительное время [1].

Основным методом лечения ФП является катетерная абляция (КА) [2, 3]. По результатам многих исследований была доказана высокая информативность показателей деформации ЛП в качестве предикторов эффективности катетерного лечения ФП [4]. Сама же КА, выполненная любым способом и в любом объеме, приводит к постабляционной дисфункции, угнетая механическую способность ЛП, оказывая значимое влияние на все функции: резервуарную, проводниковую и насосную [5]. Это состояние может являться причиной развития экстрасистолии, пароксизмов предсердных тахикардий, тромбообразования, снижения качества жизни пациентов в раннем послеоперационном периоде.

Несмотря на то, что при развитии аритмии процессы ремоделирования затрагивают оба предсердия и в мировой литературе имеются данные о вкладе правого предсердия (ПП) в возникновение и поддержание ФП [6, 7], влияние КА на функцию ПП в раннем послеоперационном периоде ранее не изучалось.

Цель: оценить влияние КА на изменение функции ЛП и ПП у пациентов с ФП.

**Материал и методы**

Исследование было выполнено в соответствии со стандартами надлежащей клинической практики и принципами Хельсинкской декларации. Протокол исследования был одобрен комитетом по биомедицинской этике при Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Научно-исследовательский институт кардиологии». Все пациенты дали письменное информированное согласие перед процедурами.

В исследование включено 28 пациентов (14 мужчин и 14 женщин) в возрасте от 33 до 72 лет со средним возрастом  $57,7 \pm 9,9$  лет, с симптомной пароксизмальной (n=23; 82%) и персистирующей формами ФП (n=5; 18%), без эффекта от антиаритмической терапии. Основным диагнозом у 23 пациентов была гипертоническая болезнь (82%), у 11 из них гипертония сочеталась ишемической болезнью сердца (39%) без показаний к реваскуляризации миокарда, у 1 пациента миокардит без признаков активности (3,5%). Все пациенты получали медикаментозную терапию по показаниям. Критериями исключения являлись сниженная фракция выброса левого желудочка (ЛЖ) (<50%); наличие клапанной патологии; ранее перенесенный инфаркт миокарда с изменением сократимости ЛЖ, катетерное лечение по поводу нарушений ритма сердца; наличие имплантированных устройств; легочная артериальная гипертензия; тромбоз полостей сердца. Клинические характеристики представлены в таблице 1.

Всем пациентам во время госпитализации проводили стандартные клинические обследования, включавшие в себя опрос и осмотр, клинический и биохимический анализы крови, исследование функции щитовидной железы, 12-канальную электрокардиограмму, трансторакальную эхокардиографию (ЭхоКГ) с оценкой объемных и функциональных показателей ЛЖ и предсердий (табл. 2).

Всем пациентам была проведена КА в условиях рентген-операционной под внутривенной медикаментозной седацией. Через правую бедренную вену, пунктированную по методу Сельдингера, в полость ПП проводили электроды-катетеры. Под контролем чреспищеводной ЭхоКГ пунктировали межпредсердную перегородку, через которую проводили электроды для радиочастотной абляции (РЧА) в полость ЛП. Для электроанатомической реконструкции ЛП использовали нефлюороскопическую систему Carto 3 (Biosense Webster, США), антральную изоляцию

Таблица 1

Клиническая характеристика пациентов,  
M±SD или Me [Q25;Q75]

Показатель	Значение
Мужчины/женщины, n (%)	14/14 (50/50)
ИМТ, кг/м <sup>2</sup>	29,76±5,4
ГБ, n (%)	23 (82)
ИБС, n (%)	11 (39)
Миокардит, n (%)	1 (3,5)
Идиопатическая ФП, n (%)	1 (3,5)
Пароксизмальная/персистирующая ФП, n (%)	23/5 (82/18)
Длительность анамнеза ФП, мес.	24 (11; 72)
<b>ХСН</b>	
I, n (%)	7 (25)
II, n (%)	6 (21,4)
III, n (%)	0 (0)
EHRA, баллы	2 (2; 2)
CHA <sub>2</sub> DS <sub>2</sub> -VASc, баллы	2,5±1,7
HAS-BLED, баллы	1 (0; 1)
<b>Антиаритмическая терапия</b>	
Амиодарон, n (%)	7 (25)
Соталол, n (%)	10 (36)
Пропафенон, n (%)	9 (32)
Лапаконитина гидробромид, n (%)	1 (3,5)
Метопролол, n (%)	1 (3,5)
<b>Антикоагулянтная терапия</b>	
Ривароксабан, n (%)	13 (46)
Дабигатран, n (%)	8 (29)
Апиксабан, n (%)	7 (25)

**Сокращения:** ГБ — гипертоническая болезнь, ИБС — ишемическая болезнь сердца, ИМТ — индекс массы тела, ФП — фибрилляция предсердий, ХСН — хроническая сердечная недостаточность, CHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc — шкала оценки риска ишемического инсульта у пациентов с фибрилляцией предсердий, EHRA — количественная шкала симптомов, связанных с фибрилляцией предсердий, HAS-BLED — шкала оценки риска кровотечений у пациентов с фибрилляцией предсердий.

легочных вен (ЛВ) проводили абляционным катетером NaviStar CoolFlow (Biosense Webster, США) с использованием максимальной мощности 45-50 Вт с применением орошения со скоростью 17 мл/мин. Электрофизиологическим критерием изоляции ЛВ служило исчезновение потенциалов ЛВ на циркулярном электроде Lasso (Biosense Webster, США). При проведении стимуляции ЛВ и ЛП регистрировали блок “входа” и “выхода” [8].

До КА и на третьи сутки после нее всем выполнялась двухмерная трансторакальная ЭхоКГ с отслеживанием speckles обоих предсердий на ультразвуковом сканере Phillips Affinity 15 с секторным датчиком 2,5-5 МГц в соответствии с согласованным документом, стандартизирующим визуализацию деформаций [9]. Всем пациентам исследование проводилось на синусовом ритме в четырехкамерной позиции, в качестве “нулевого” значения использовался зубец Р. Анализ

Таблица 2

Эхокардиографические характеристики пациентов,  
M±SD или Me [Q25;Q75]

Показатели	Значения
ФВ ЛЖ, %	67±3,7
КДО ЛЖ, мл	93,7±16,9
КСО ЛЖ, мл	30,7±6,8
ПЗР ЛП, мм	38,5±3,1
Ширина ЛП, мм	41,8±3,0
Длина ЛП, мм	54,5 (48,5; 56)
ЛПО, мл	67,5±10,8
ЛПИ, мл/м <sup>2</sup>	32,7 (29,9; 40)
Ширина ПП, мм	41,8±3,3
Длина ПП, мм	50,14±3,1
ППО, мл	65,7±11,1
ППИ, мл/м <sup>2</sup>	31,7 (29,5; 38)
СДПЖ, мм рт.ст.	27,6±3,2
ИММ ЛЖ, г/м <sup>2</sup>	79±6,7
Е, см/с	69,8±10,5
А, см/с	72,9±16,5
Е/А	0,9 (0,78; 1,19)
е', см/с	11 (9,5; 11)
Е/е'	6,5±1,2

**Сокращения:** ИММ — индекс массы миокарда, КДО — конечный диастолический объем, КСО — конечный систолический объем, ЛЖ — левый желудочек, ЛП — левое предсердие, ЛПИ — индекс объема левого предсердия, ЛПО — объем левого предсердия, ПЗР — передне-задний размер, ПП — правое предсердие, ППИ — индекс объема правого предсердия, ППО — объем правого предсердия, СДПЖ — систолическое давление в правом желудочке, ФВ — фракция выброса.

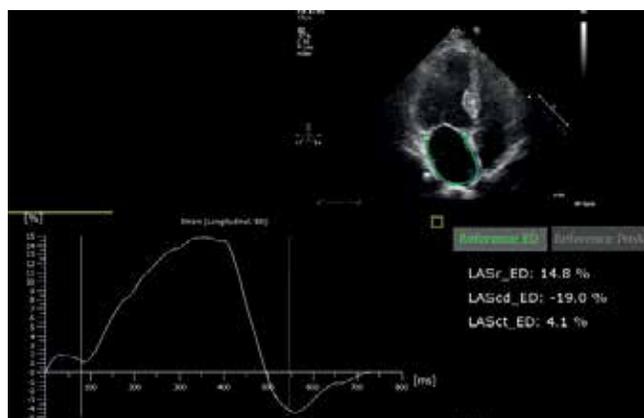


Рис. 1. Продольная деформации ЛП.

**Сокращения:** LAScdED — функция проводника, LASct ED — сократительная функция, LASrED — резервуарная функция.

серошкальных изображений проводился в режиме оффлайн с использованием программного обеспечения Philips QLAB 12. Сегменты с неадекватным отслеживанием были исключены из анализа. Оценивались все компоненты миокардиальной деформации для ЛП (функция резервуара, проводника и насоса) (рис. 1) и продольная пиковая систоличе-

Таблица 3

Изменение деформации правого и левого предсердий, M±SD или Me [Q25;Q75]

Показатель	Деформация (%)		Изменение деформации (%)
	До РЧА	Через 3 дня после РЧА	
Функция резервуара ЛП	25,68 (22,83; 28,84)	19,23 (17,4; 22,15)	6,45 (25,1%) (p<0,001)
Функция проводника ЛП	16,54±5,36	12,95±4,81	3,59 (21,7%) (p<0,001)
Насосная функция ЛП	10,24±3,99	7,39±3,48	2,85 (27,8%) (p<0,001)
Продольная деформация ПП	21,85 (19,73; 29,38)	22,58 (20,0; 32,95)	0,73 (3,3%) (p=0,43)

Сокращения: ЛП — левое предсердие, ПП — правое предсердие, РЧА — радиочастотная абляция.

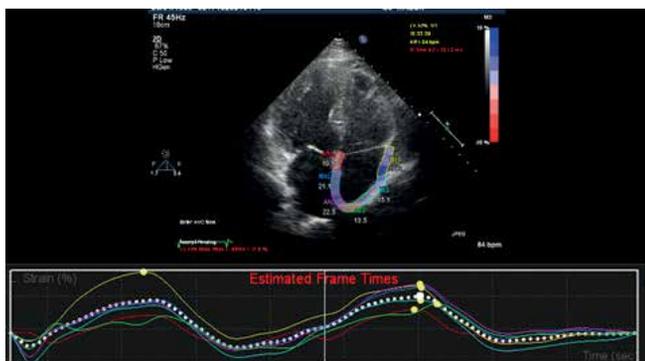


Рис. 2. Продольная деформации ПП.

ская деформация для ПП (рис. 2), среднее значение по всем сегментам в течение всего сердечного цикла использовалось для конечного значения.

Статистическая обработка выполнялась в программе Statistica v. 10 (Statsoft, США), для оценки нормальности распределения признака применялся критерий Шапиро-Уилка. Данные описывались с использованием абсолютных значений и их долей, выраженных в процентах, в виде средних значений с указанием стандартного отклонения (M±SD), либо медиан и квартильных размахов (Me [Q25;Q75]). Достоверность различий между количественными признаками определяли по критерию t Стьюдента (p<0,05) а по качественным признакам — по χ<sup>2</sup> Пирсона (p<0,05).

**Результаты и обсуждение**

Механика предсердий состоит из 3 фаз: резервуарной, во время которой кровь из легочных и полых вен заполняет предсердия, растягиваются мышечные волокна, регистрируется положительная деформация с пиковым значением во время открытия митрального и трикуспидального клапанов. Затем наступает фаза канала или проводника, при этом кровь из предсердий и вен пассивно поступает в желудочки, напряжение мышечных волокон снижается до плато, отмечается “нулевая” деформация. Далее происходит сокращение мышечных волокон — систола предсердий, кровь активно нагнетается в желудочки, регистрируется отрицательная деформация предсердий.

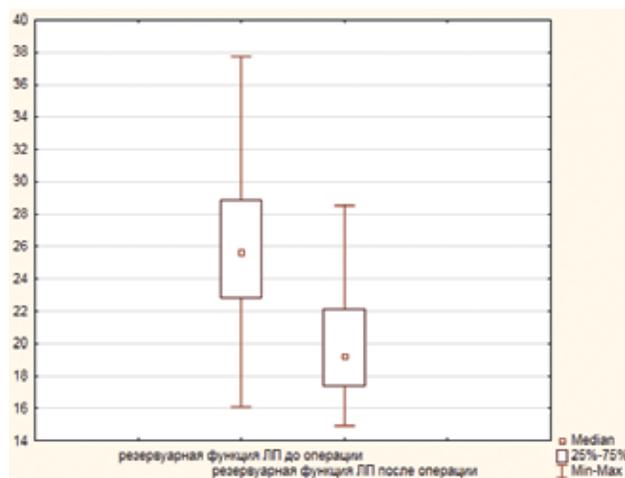


Рис. 3. Изменение показателей резервуарной функции ЛП.

Сокращение: ЛП — левое предсердие.

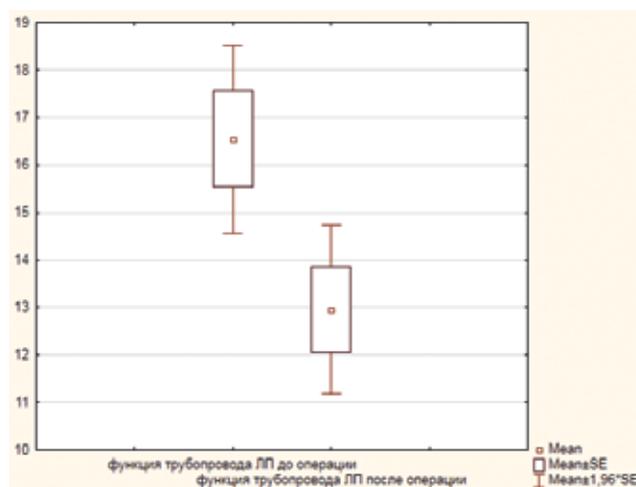


Рис. 4. Изменение показателей функции проводника ЛП.

Сокращение: ЛП — левое предсердие.

В норме вклад каждого из компонентов механической функции ЛП составляет ~40, 35 и 25%, соответственно [10].

Было установлено, что во время пароксизма аритмии значимо меняется сократимость предсердий из-за нарушения эластических свойств миокарда,

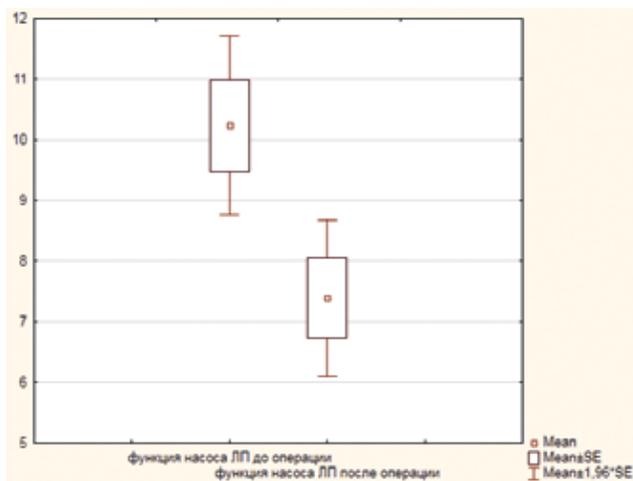


Рис. 5. Изменение показателей функции насоса ЛП.  
Сокращение: ЛП — левое предсердие.

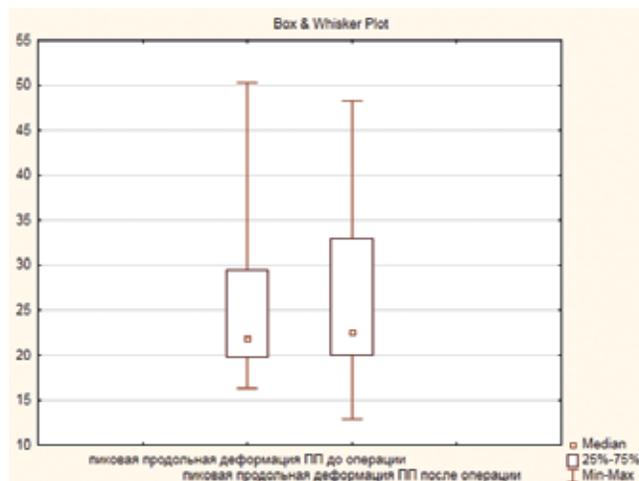


Рис. 6. Изменение показателей пиковой продольной деформации ПП.  
Сокращение: ПП — правое предсердие.

снижения растяжимости, утраты насосной функции. После восстановления синусового ритма любым способом (спонтанная, медикаментозная или электрическая кардиоверсия), развивается феномен “оглушения” или станинга, который представляет собой механическую дисфункцию миокарда обоих предсердий и может сохраняться от нескольких дней до 3-4 нед. и более в зависимости от продолжительности аритмии, структурного ремоделирования предсердий [11].

Многими исследователями было доказано повреждающее действие КА на миокард ЛП, так, например, в нескольких работах Мамчур И. Н. и др. (2018) с оценкой функции ЛП было продемонстрировано значимое влияние радиочастотной и криоабляции устьев ЛВ на механическую функцию ЛП, особенно, на резервуарную и насосную фазу, за счет снижения его пассивной растяжимости и активной сократимости, нарушения функции муфт ЛВ и увеличения легочного сосудистого сопротивления [12].

Lizewska-Springer A, et al. (2020) в своей работе изучали изменение функции как ЛП, так и ПП, после КА. Было продемонстрировано значительное улучшение сократимости обоих предсердий через 6 мес. после КА независимо от ритма во время исходного обследования, что доказывает влияние РЧА ФП на оба предсердия. Но в данной работе нет информации о механической способности предсердий в раннем послеоперационном периоде [13].

У пациентов, включенных в исследование, была проведена оценка воздействия КА на механическую способность обоих предсердий. До катетерного лечения ФП функция резервуара ЛП составляла

25,68% (22,83; 28,84), после 19,23% (17,4; 22,15), тканевая деформация уменьшилась на 6,45% ( $p < 0,001$ ); функция проводника ЛП до РЧА —  $16,54 \pm 5,36\%$ , после —  $12,95 \pm 4,81\%$ , уменьшение тканевой деформации на 3,59% ( $p < 0,001$ ); насосная функция ЛП до РЧА —  $10,24 \pm 3,99\%$ , после —  $7,39 \pm 3,48\%$ , изменение тканевой деформации на 2,85% ( $p < 0,001$ ); пиковая продольная деформация ПП до РЧА — 21,85% (19,73; 29,38), после — 22,58% (20,0; 32,95), изменение деформации составило 0,73% ( $p = 0,43$ ). Результаты представлены в таблице 3.

В результате анализа полученных данных после проведения РЧА выявлено статистически значимое снижение всех компонентов механической функции ЛП: резервуарной, проводниковой и насосной функции (рис. 3, 4, 5). В то время как статистически значимого изменения пиковой продольной деформации ПП зарегистрировано не было (рис. 6).

### Заключение

КА оказывает значимое повреждающее действие на ткань ЛП, угнетая резервуарную, насосную и проводниковую функции. При этом сократительная способность ПП в раннем послеоперационном периоде улучшается, но не значимо. Требуется дальнейшее динамическое наблюдение для отслеживания сроков восстановления функции ЛП и изменения функции ПП у пациентов после интервенционного лечения ФП.

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

## Литература/References

- Bajraktari G, Bytyci I, Henein MY. Left atrial structure and function predictors of recurrent fibrillation after catheter ablation: a systematic review and meta-analysis. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2020;40(1):1-13. doi:10.1111/cpf.12595.
- 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. *Eur Heart J*. 2021;42(5):386-92. doi:10.1093/eurheartj/ehaa612.
- Revishvili ASH, Boytsov SA, Davtjan KV, et al. Guideline for electrophysiological studies, catheter ablation and the use of implantable antiarrhythmic devices. New edition. 2017;544-98. (In Russ.) Ревишвили А.Ш., Бойцов С.А., Давтян К.В. и др. Клинические рекомендации по проведению электрофизиологических исследований, катетерной абляции и применению имплантируемых антиаритмических устройств. Новая редакция. 2017;544-98. ISBN: 9785950092206.
- Nielsen AB, Skaarup KG, Lassen MC, et al. Usefulness of left atrial speckle tracking echocardiography in predicting recurrence of atrial fibrillation after radiofrequency ablation: a systematic review and meta-analysis. *Int J Cardiovasc*. 2020;36:1293-309. doi:10.1007/s10554-020-01828-2.
- Mamchur IN, Chichkova TJu, 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;(8):24-30. (In Russ.) Мамчур И.Н., Чичкова Т.Ю., Мамчур С.Е. и др. Сравнительный анализ нарушения механической функции левого предсердия после процедуры антральной изоляции легочных вен методом радиочастотной и криобаллонной абляции. *Российский кардиологический журнал*. 2017;(8):24-30. doi:10.15829/1560-4071-2017-8-24-30.
- Prabhu S, Voskoboinik A, McLellan AJA, et al. A comparison of the electrophysiologic and electroanatomic characteristics between the right and left atrium in persistent atrial fibrillation: Is the right atrium a window into the left? *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2017;28(10):1109-16. doi:10.1111/jce.13297.
- Xie E, Yu R, Ambale-Venkatesh B, et al. Association of right atrial structure with incident atrial fibrillation: a longitudinal cohort cardiovascular magnetic resonance study from the Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis (MESA). *J Cardiovasc Magn Reson*. 2020;22(1):36. doi:10.1186/s12968-020-00631-1.
- Archakov EA, Batalov RE, Usenkov SYu, et al. Efficacy of catheter ablation for persistent atrial fibrillation in patients with diabetes mellitus present with tachy-brady syndrome. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases*. 2018;7(3):24-32. (In Russ.) Арчаков Е.А., Баталов Р.Е., Усенков С.Ю. и др. Эффективность абляции персистирующей формы фибрилляции предсердий у пациентов с синдромом тахи-бради и сахарным диабетом 2-го типа. Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. 2018;7(3):24-32. doi:10.17802/2306-1278-2018-7-3-24-32.
- Badano LP, Koliaas TJ, Muraru D, et al. Reviewers: This document was reviewed by members of the 2016-2018 EACVI Scientific Documents Committee. Standardization of left atrial, right ventricular, and right atrial deformation imaging using two-dimensional speckle tracking echocardiography: a consensus document of the EACVI/ASE/Industry Task Force to standardize deformation imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2018;19(6):591-600. doi:10.1093/ehjci/jeu042.
- Pavlyukova EN, Kuzhel DA, Matyushin GV. Left atrial function: current assessment methods and clinical implications. *Rational Pharmacotherapy in Cardiology*. 2017;13(5):675-83. (In Russ.) Павлюкова Е.Н., Кужель Д.А., Матюшин Г.В. Функция левого предсердия: современные методы оценки и клиническое значение. *Рациональная фармакотерапия в кардиологии*. 2017;13(5):675-83. doi:10.20996/1819-6446-2017-13-5-675-683.
- Ozkan H, Binici S, Tenekecioglu E, et al. Atrial Strain and Strain Rate: A Novel Method for the Evaluation of Atrial Stunning. *Arq Bras Cardiol*. 2016;107(4):305-13. doi:10.5935/abc.20160131.
- Mamchur IN, Chichkova TJu, Mamchur SE, et al. Two-dimensional speckle tracking echocardiography for detection of altered reservoir function of the left atrium in patients with atrial fibrillation following radiofrequency pulmonary vein isolation in early post-operation period. *Journal of Arrhythmology*. 2018;94:22-7. (In Russ.) Мамчур И.Н., Чичкова Т.Ю., Мамчур С.Е. и др. Применение двухмерной speckle tracking эхокардиографии для выявления нарушения резервуарной функции левого предсердия у пациентов с фибрилляцией предсердий после радиочастотной изоляции легочных вен в ближайшем послеоперационном периоде. *Вестник аритмологии*. 2018;94:22-7. doi:10.25760/VA-2018-94-22-27.
- Liżewska-Springer A, Dąbrowska-Kugacka A, Lewicka E, et al. Echocardiographic assessment in patients with atrial fibrillation (and normal systolic left ventricular function before and after catheter ablation: If AF begets AF, does pulmonary vein isolation terminate the vicious circle? *Cardiol J*. 2020;27(2):126-35. doi:10.5603/CJ.a2019.0004.