

ДИНАМИКА ДЕФОРМАЦИИ ЛЕВОГО И ПРАВОГО ПРЕДСЕРДИЙ ПОСЛЕ РАДИОЧАСТОТНОЙ АБЛАЦИИ У ПАЦИЕНТОВ С ПАРОКСИЗМАЛЬНОЙ И ПЕРСИСТИРУЮЩЕЙ ФОРМАМИ ФИБРИЛЛЯЦИИ ПРЕДСЕРДИЙ

Т.В.Московских, А.В.Сморгон, С.Ю.Усенков, Е.А.Арчаков, Е.С.Ситкова, Р.Е.Баталов, С.В.Попов
Научно-исследовательский институт кардиологии - филиал ФГБНУ «Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук», Томск, ул. Киевская, д. 111а.

Цель. Оценить динамику деформации левого (ЛП) и правого предсердий (ПП) после антральной изоляции легочных вен у пациентов с пароксизмальной и персистирующей формами фибрилляции предсердий (ФП).

Материал и методы исследования. В исследование включено 57 человек (31 мужчина и 26 женщин) в возрасте от 31 до 72 лет со средним возрастом $55,4 \pm 9,8$ лет, которые были разделены на 2 группы в зависимости от формы ФП: группа 1 - с пароксизмальной ($n=40$; 70%) и группа 2 - с персистирующей ($n=17$; 30%). Всем пациентам выполнена радиочастотная абляция с антральной изоляцией устьев легочных вен. До интервенционного лечения, через 3 дня, 3 месяца и через год проведена двухмерная трансторакальная speckle-tracking эхокардиография на синусовом ритме с оценкой резервуарной, проводниковой и сократительной функций ЛП и пиковой продольной деформации ПП.

Результаты. По результатам проведенного исследования в обеих группах в раннем послеоперационном периоде статистически значимо снижались резервуарная ($p<0,001$), проводниковая ($p<0,001$) и сократительная функции ЛП ($p<0,001$ и $p=0,001$). Через 3 месяца у всех пациентов компоненты механики ЛП восстанавливались и были сопоставимы с уровнем до операции и через год после радиочастотной абляции. У пациентов с пароксизмальной и персистирующей формами ФП деформация ПП статистически значимо усиливалась в раннем послеоперационном периоде. Через 3 месяца значимой разницы не наблюдалось, но через год после операции деформация ПП была статистически значимо выше исходного уровня.

Выводы. Катетерная абляция оказывает повреждающее действие на миокард ЛП, что проявляется угнетением резервуарной, проводниковой и сократительной функций в раннем послеоперационном периоде, при этом механика ПП усиливается. Деформация ЛП восстанавливается через 3 месяца после радиочастотной абляции и через год остается сопоставимой с исходным уровнем. Сохранение стойкого синусового ритма в течение года наблюдения обуславливает более высокие показатели продольной деформации ПП, резервуарной и проводниковой функций ЛП по сравнению с пациентами с наличием рецидивов предсердных тахиаритмий.

Ключевые слова: фибрилляция предсердий; катетерная абляция; левое предсердие; правое предсердие; фиброз предсердий; отслеживание спеклов

Конфликт интересов: отсутствует.

Финансирование: отсутствует.

Рукопись получена: 03.05.2023 **Исправленная версия получена:** 08.07.2023 **Принята к публикации:** 20.07.2023

Ответственный за переписку: Московских Татьяна Валерьевна, E-mail: moskovskih_tanya@mail.ru

Данная научная работа представлена в рамках конкурса молодых ученых X Всероссийского съезда аритмологов, проводимого 8-10 июня 2023 года в Москве.

Т.В.Московских - ORCID ID 0000-0002-8689-8493, А.В.Сморгон - ORCID ID 0000-0002-6531-7223, С.Ю.Усенков - ORCID ID 0000-0001-9553-9647, Е.А.Арчаков - ORCID ID 0000-0002-2530-361X, Е.С.Ситкова - ORCID ID 0000-0002-0988-3642, Р.Е.Баталов - ORCID ID 0000-0003-1415-3932, С.В.Попов - ORCID ID 0000-0002-9050-4493

Для цитирования: Московских ТВ, Сморгон АВ, Усенков СЮ, Арчаков ЕА, Ситкова ЕС, Баталов РЕ, Попов СВ. Динамика деформации левого и правого предсердий после радиочастотной абляции у пациентов с пароксизмальной и персистирующей формой фибрилляции предсердий. *Вестник аритмологии*. 2023;30(4): 23-31. <https://doi.org/10.35336/VA-1197>.

DYNAMICS OF LEFT AND RIGHT ATRIAL STRAIN AFTER RADIOFREQUENCY ABLATION IN PATIENTS WITH PAROXYSMAL AND PERSISTENT ATRIAL FIBRILLATION

T.V.Moskovskikh, A.V.Smogon, S.Yu.Usenkov, E.A.Archakov, E.S.Sitkova, R.E.Batalov, S.V.Popov
Cardiology Research Institute, branch of the FSBSI «Tomsk National Research Medical Center of the Russian Academy of Sciences», Russia, Tomsk, 111a Kievskaya str.

Aim. To assess the dynamics of left (LA) and right atrium (RA) strain after antral pulmonary vein isolation in patients with paroxysmal and persistent atrial fibrillation.

Methods. The study included 57 subjects (31 men and 26 women) aged of 55.4 ± 9.8 years. Patients were divided into 2 groups: group 1 with paroxysmal atrial fibrillation ($n=40$; 70%) and group 2 with persistent atrial fibrillation ($n=17$; 30%). All patients were treated (were undergone) with antral isolation of the pulmonary veins. Speckle-tracking echocardiography at sinus rhythm was performed before interventional treatment, after 3 days, 3 months and one year. The reservoir, conduit and contractile LA function and peak longitudinal RA strain were analyzed.

Results. In both groups, reservoir ($p<0.001$), conductive ($p<0.001$) and contractile LA functions ($p<0.001$ and $p=0.001$) decreased significantly in the early postoperative period. LA mechanics recovered after 3 months in all patients and were comparable to the level before and one year after radiofrequency ablation. RA strain was significantly increased in the early postoperative period. RA strain was significantly higher at one year follow-up period compared with baseline.

Conclusion. Catheter ablation has a damaging effect on the LA - inhibition of reservoir, conductive and contractile functions in the early postoperative period, while the RA strain is intensified. LA strain is recovered in 3 months after radiofrequency ablation and remains comparable with the baseline level at one year follow-up. Reservoir and conduction function of LA and longitudinal deformation of RA are better in the patients with a stable sinus rhythm for a year after ablation compared with patients who had a tachyarrhythmia recurrence.

Key words: atrial fibrillation; catheter ablation; left atrium; right atrium; atrial fibrosis; speckle tracking

Conflict of interest: none.

Funding: none.

Received: 03.05.2023 **Revision received:** 08.07.2023 **Accepted:** 20.07.2023

Corresponding author: Tatiana Moskovskikh, E-mail: moskovskikh_tanya@mail.ru

This work was presented as part of the competition for young scientists of the X All-Russian Congress of Arrhythmologists, held on June 8-10, 2023 in Moscow.

T.V.Moskovskikh - ORCID ID 0000-0002-8689-8493, A.V.Smorgon - ORCID ID 0000-0002-6531-7223, S.Yu.Usenkov - ORCID ID 0000-0001-9553-9647, E.A.Archakov - ORCID ID 0000-0002-2530-361X, E.S.Sitkova - ORCID ID 0000-0002-0988-3642, R.E.Batalov - ORCID ID 0000-0003-1415-3932, S.V.Popov - ORCID ID 0000-0002-9050-4493

For citation: Moskovskikh TV, Smorgon AV, Usenkov SYu, Archakov EA, Sitkova ES, Batalov RE, Popov SV. Dynamics of left and right atrial strain after radiofrequency ablation in patients with paroxysmal and persistent atrial fibrillation. *Journal of Arrhythmology*. 2023;30(4): 23-31. <https://doi.org/10.35336/VA-1197>.

Фибрилляция предсердий (ФП) является социально значимым заболеванием, так как поражает более 2% взрослого населения икратно увеличивает риск развития ишемического инсульта и декомпенсации хронической сердечной недостаточности [1]. При возникновении и прогрессировании ФП запускается каскад фиброзно-пролиферативных реакций, увеличивается выработка коллагена, развивается фиброз, усиливается жесткость миокарда, снижается его растяжимость, постепенно происходит увеличение размеров и объема обоих предсердий [2]. Трансторакальная эхокардиография (ЭхоКГ) дает возможность производить неинвазивную оценку структуры сердца, а актуальный в последние годы усовершенствованный метод ЭхоКГ - оценка тканевой деформации - позволяет более подробно оценить функциональные показатели предсердий, которые отражают выраженность фиброза.

В работе предсердий выделяют 3 функции:

1. Функция резервуара: во время систолы желудочков кровь из легочных и полых вен поступает в полость предсердий, происходит растяжение мышечных волокон, регистрируется положительная деформация с максимальным значением во время открытия митрального и трикуспидального клапанов.
2. Функция проводника (кондуита): после открытия клапанов напряжение мышечных волокон постепенно снижается, из предсердий кровь пассивно поступает в желудочки, отмечается «нулевая» деформация.

3. Сократительная функция: в конце диастолы кровь активно нагнетается в желудочки за счет сокращения и укорочения мышечных волокон предсердий, регистрируется отрицательная деформация.

По результатам многих исследований была доказана высокая информативность деформации левого предсердия (ЛПП) в качестве предиктора эффективности катетерной аблации [3, 4]. При этом любой способ и объем интервенционного лечения ФП приводит к развитию постаблационной дисфункции ЛПП с угнетением всех компонентов деформации [5], что может являться причиной развития пароксизмов предсердных тахикардий и тромбообразования в раннем послеоперационном периоде.

Несмотря на то, что процессы ремоделирования затрагивают оба предсердия, информации о вкладе правого предсердия (ППП) в возникновение и поддержание ФП в мировой литературе мало [6, 7], а изменение деформации ППП после катетерной аблации ранее не изучалось.

Цель исследования - оценить динамику деформации левого и правого предсердий после антральной изоляции легочных вен у пациентов с пароксизмальной и персистирующей формами фибрилляции предсердий.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследование включено 57 человек (31 мужчина и 26 женщин) в возрасте от 31 до 72 лет ($55,4 \pm 9,8$) лет. Основным критерием включения

являлось наличие симптомной ФП без эффекта от антиаритмической терапии. Не включались пациенты с нарушением локальной сократимости и/или сниженной фракцией выброса левого желудочка (ЛЖ) (менее 50%); клапанной патологией; ранее перенесенным инфарктом миокарда или коронарным шунтированием; после катетерного лечения по поводу нарушений ритма сердца; имплантированными устройствами; легочной артериальной гипертензией; тромбозом полостей сердца.

Клиническая характеристика пациентов

	Группа 1 (n=40)	Группа 2 (n=17)	P
Мужчины, n (%)	19 (47)	12 (70)	0,397
Женщины, n (%)	21 (53)	5 (30)	0,311
Возраст, лет	56,2±9,95	53,5±9,28	0,344
ИМТ, кг/м ²	29,2±5,72	31,4±4,63	0,175
ГБ, n (%)	35 (88)	16 (94)	0,657
ИБС, n (%)	18 (45)	3 (18)	0,537
СД 2 типа, n (%)	7 (17,5)	2 (11,8)	0,851
Миокардит, n (%)	1 (2,5)	2 (12)	0,209
Идиопатическая ФП, n (%)	4 (10)	0 (0)	0,306
Длительность ФП, мес	18 [7,5; 48]	24 [11; 60]	0,452
ХСН I ФК, n (%)	6 (15)	2 (12)	0,779
ХСН II ФК, n (%)	4 (10)	3 (18)	0,483
EHRA, баллы	2 [2;2]	2 [1;2]	0,001
CHA ₂ DS ₂ -VASc, баллы	2 [1; 3]	2 [1; 2]	0,986
HAS-BLED, баллы	1 [0;1]	1 [0;1]	0,303
Амиодарон, n (%)	5 (12,5)	10 (59)	0,009
Соталол, n (%)	13 (32,5)	4 (23)	0,613
Препараты IC класса, n (%)	21 (52,5)	3(18)	0,099
В-блокаторы, n (%)	1 (2,5)	0 (3,5)	0,516
Ривароксабан, n (%)	12 (30)	8 (47)	0,403
Дабигатран, n (%)	8 (20)	4 (23)	0,810
Апиксабан, n (%)	20 (50)	5 (30)	0,355
иАПФ или АРАП, n (%)	30 (75)	11 (64,7)	0,523
ББК, n (%)	7 (17,5)	2 (11,8)	0,710
Статины, n (%)	20 (50)	8 (47)	0,839
Терапия СД, n (%)	5 (12,5)	1 (5,9)	0,509
Рецидив через 3 мес., n (%)	3 (7,5)	7 (41)	0,015
Рецидив через год, n (%)	10 (25)	10 (58)	0,104

Примечания: здесь и далее данные представлены в виде M±SD или Me [Q25;Q75]; ИМТ - индекс массы тела; ГБ - гипертоническая болезнь; ИБС - ишемическая болезнь сердца; СД - сахарный диабет; ФП - фибрилляция предсердий; ХСН - хроническая сердечная недостаточность; ФК - функциональный класс; EHRA - количественная шкала симптомов; CHA₂DS₂-VASc - шкала оценки риска ишемического инсульта у пациентов с ФП; связанных с ФП; HAS-BLED - шкала оценки риска кровотечений у пациентов с ФП; иАПФ - ингибиторы ангиотензин превращающего фактора; АРАП - антагонисты рецепторов ангиотензина II; ББК - блокаторы кальциевых каналов.

Исследование проводилось в соответствии со стандартами клинических рекомендаций и принципами Хельсинской Декларации. Протокол исследования был одобрен комитетом по биомедицинской этике при (протокол заседания №205 от 08.12.2020 г). Все пациенты подписали добровольное информированное согласие. Пациенты были разделены на 2 группы в зависимости от формы ФП: группа 1 - с пароксизмальной (n=40; 70%) и группа 2 - с персистирующей (n=17; 30%). Все получали антиаритмическую и антикоагулянтную терапию, а также стандартную гипотензивную, сахароснижающую, гиполипидемическую терапию по показаниям в соответствии с клиническими рекомендациями (табл. 1) [8].

Во время госпитализации всем проводилось стандартное клиничко-инструментальное обследование, включающее трансторакальную ЭхоКГ с оценкой объемных и функциональных показателей ЛЖ и предсердий в соответствии со стандартным протоколом. Для исключения ишемической болезни сердца у пациентов с предтестовой её вероятностью более 15% выполнялись нагрузочные пробы (стресс-ЭхоКГ, перфузионная сцинтиграфия миокарда) или визуализирующие методы (мультиспиральная компьютерная томография или инвазивная коронарография).

Радиочастотная абляция (РЧА) проводилась в условиях рентген-операционной под внутривенной медикаментозной седацией. Для электроанатомической реконструкции ЛП использовали нефлюроскопическую систему Carto 3 (Biosense Webster, США), антральную изоляцию легочных вен (ЛВ) проводили абляционным катетером NaviStar CoolFlow или SmartTouch ThermoCool (Biosense Webster, США) с использованием максимальной мощности 45-50 Вт. Критерием электрической изоляции ЛВ служило исчезновение потенциалов на циркулярном электроде Lasso (Biosense Webster, США). При контрольной стимуляции с электрода Lasso (Biosense Webster, США) регистрировался блок «выхода», блок «входа» получали при стимуляции ушка ЛП [9].

До интервенционного лечения, через 3 дня, 3 месяца и через год выполнялась двухмерная трансторакальная speckle-tracking ЭхоКГ на ультразвуковом сканере Phillips Affinity. Исследование проводилось в четырехкамерной позиции на синусовом ритме, зубец Р использовался в качестве «нулевого» значения. Оценивались все компоненты продольной деформации ЛП (резервуарная, проводниковая и сократительная функции) (рис. 1), и продольная пиковая деформация ПП (рис. 2). Анализ изображений проводился с использованием программного обеспечения Philips QLAB 15 в режиме оффлайн. Области интереса очерчивались вручную, отмечая эндокардиальные и эпикардиальные границы в момент конеч-

ной систолы ЛЖ, которая определялась программой. Автоматически отслеживались спекл-паттерны миокарда кадр за кадром в течение одного сердечного цикла (интервала RR), выстраивалась кривая пиковой продольной деформации ПП и резервуарной (положительная деформация в конце систолы ЛЖ), проводниковой (ранняя диастола после открытия митрального клапана) и сократительной фазы ЛП (отрицательная деформация во время конечной диастолы ЛЖ). Некорректное отслеживание исправлялось вручную путем перерисовки интересующей области, при сохранении погрешности изображения были исключены из анализа. В качестве конечного значения использовалось среднее по всем сегментам [10].

Во время 3-месячной и годовой контрольных точек оценивалось клиническое состояние больных, рецидив определялся как наличие предсердных тахикардий, продолжительностью более 30 секунд, документированных на ЭКГ или при суточном мониторинге ЭКГ не ранее, чем через 3 месяца после проведенной операции. После РЧА все пациенты продолжали получать антиаритмическую терапию как минимум в течение 3 месяцев, при сохранении стойкого синусового ритма препараты отменялись. Через 8 недель после операции антикоагулянтная терапия была сохранена у женщин при наличии ≥ 2 баллов и мужчин - при наличии ≥ 1 по шкале CHA₂DS₂-VASc. Изменений гипотензивной, сахароснижающей и гиполипидемической терапии в течение года не наблюдалось.

Статистический анализ

Статистическая обработка выполнялась в программе SPSS Statistics 26 (IBM Corporation, США), для оценки нормальности распределения признака применялся критерий Шапиро-Уилка. Данные описывались в виде средних значений с указанием стандартного отклонения ($M \pm SD$), медиан и квартильных размахов ($Me [Q_{25}; Q_{75}]$) или абсолютных значений и их долей, выраженных в процентах, дельта (Δ) оценивалась как разница исходного значения со значением в оцениваемый срок. Достоверность различий между несвязанными вы-

борками оценивалась по критерию U Манна-Уитни, t-Стьюдента или точного критерия Фишера, между связанными выборками использовался однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA) или критерий Фридмана. Для проверки связи сохранения синусового ритма и изменений показателей деформации обоих предсердий в качестве диагностического теста использовался ROC-анализ (Receiver Operating Characteristic), определялась площадь под кривой (AUC, Area Under Curve). Разница считалась достоверной при $p < 0,05$.

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Группы были сопоставимы по полу, возрасту, индексу массы тела, распространенности сердечно-сосудистой патологии, длительности аритмии, но пациенты с пароксизмальной ФП имели более симптомное течение (баллы по шкале EHRA, $p = 0,036$). У пациентов из 1

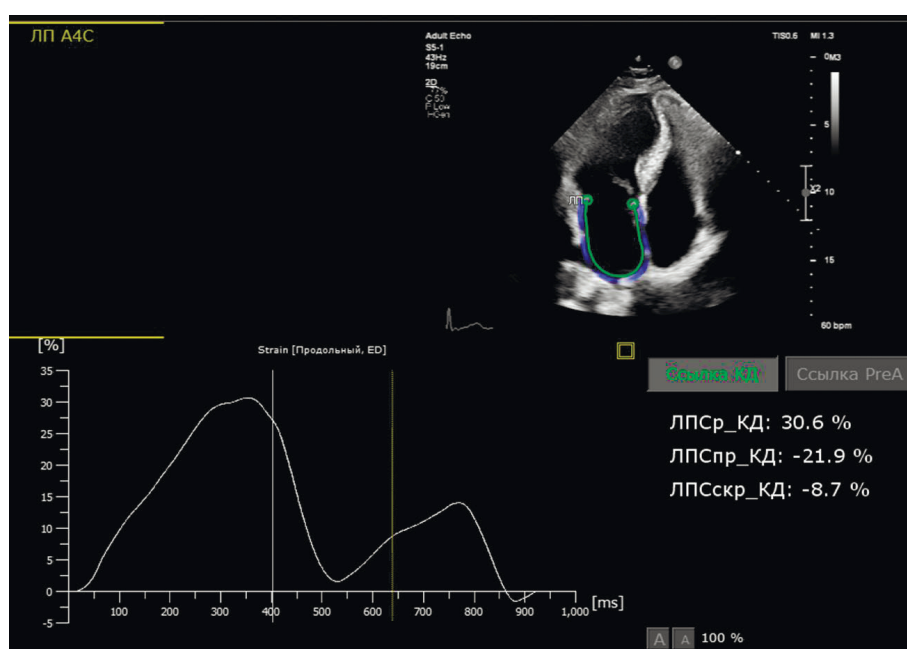


Рис. 1. Продольная деформации левого предсердия, где ЛПСр - резервуарная функция (положительная деформация в конце систолы ЛЖ); ЛПСпр - функция проводника (ранняя диастола после открытия митрального клапана); ЛПСскр - сократительная функция (отрицательная деформация во время конечной диастолы ЛЖ).

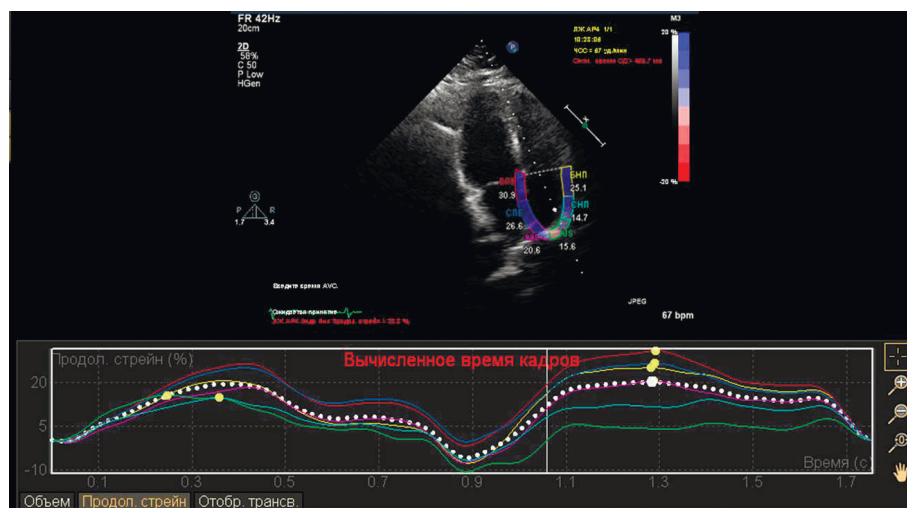


Рис. 2. Продольная деформации правого предсердия

группы в качестве антиаритмической терапии чаще использовались препараты 1С класса (пропафенон, этацизин или лаппаконитина гидробромид), а у пациентов 2 группы - амиодарон ($p=0,01$). Гипотензивная, гиполипидемическая и сахароснижающая терапия между группами статистически значимо не отличались. Клиническая характеристика представлена в табл. 1.

По данным трансторакальной ЭхоКГ между группами зарегистрированы статистически значимые различия:

Таблица 2.

Эхокардиографические характеристики пациентов

	Группа 1 (n=40)	Группа 2 (n=17)	P
ФВ ЛЖ, %	67 [64; 69]	67,0±5,39	0,861
КДО ЛЖ, мл	94,8±16,3	106,8±19,2	0,021
КСО ЛЖ, мл	31,3±6,55	35,8±11,3	0,650
ПЗР ЛП, мм	39,0±3,44	41,5±3,68	0,015
Ширина ЛП, мм	42,1±2,93	44,7±3,78	0,007
Длина ЛП, мм	53,1±3,39	56,2±4,63	0,014
ЛПО, мл	67,4[52,7;75,5]	80,9±20,6	0,002
ЛПИ, мл/м ²	35,7±7,86	38,2±8,26	0,283
Ширина ПП, мм	41,2±3,29	43,9±2,71	0,002
Длина ПП, мм	50,2±3,52	53,7±3,89	0,004
ППО, мл	62,0±12,3	76,3±13,4	<0,001
ППИ, мл/м ²	32,2±5,24	35,7±5,87	0,035
СДПЖ, мм рт.ст.	27,5[26;30]	25,7±2,33	0,006
ИММ ЛЖ, г/м ²	79[75;85]	84,1±11,3	0,173
Е, см/с	67,6±12,6	77,5±18,3	0,054
А, см/с	69,8±15,7	79,3±4,74	0,004
Е/А	0,85[0,80;1,19]	0,80[0,79;0,95]	0,598
е', см/с	10,8[9,00;12,3]	8,95[8,00;11,3]	0,155
Е/е'	6,18±1,17	7,68±1,99	0,007
РФЛП, %	27,0±4,57	21,1[19,0;27,5]	0,047
ПФЛП, %	17,2±5,53	16,2±4,71	0,580
СФЛП, %	9,87±4,10	7,61±2,73	0,056
ПДПП, %	28,2±5,63	27,8±6,95	0,820

Примечание: здесь и далее ФВ - фракция выброса; ЛЖ - левый желудочек; КДО - конечный диастолический объем; КСО - конечный систолический объем; ПЗР - передне-задний размер; ЛП - левое предсердие; ЛПО - объем левого предсердия; ЛПИ - индекс объема левого предсердия; ПП - правое предсердие; ППО - объем правого предсердия; ППИ - индекс объема правого предсердия; СДПЖ - систолическое давление в правом желудочке; ИММ - индекс массы миокарда; пик Е - раннее диастолическое наполнение (пассивная фаза наполнения); пик А - позднее диастолическое наполнение (активная фаза наполнения); Е/А - соотношение пассивной фазы к активной фазе наполнения; е' - скорость движения латерального края фиброзного кольца митрального клапана (тканевый доплер); Е/е' - отношение пассивной фазы наполнения к скорости движения латерального края фиброзного кольца митрального клапана; РФЛП - резервуарная функция ЛП; ПФЛП - проводниковая функция ЛП; СФЛП - сократительная функция ЛП; ПДПП - продольная деформация ПП.

у пациентов с персистирующей формой ФП показатели размеров и объема предсердий, конечный диастолический объем левого желудочка, пик А и отношение Е/е' были выше, а систолическое давление в правом желудочке и резервуарная функция ЛП ниже, чем у пациентов с пароксизмальной ФП (табл. 2). По данным регрессионного анализа связи параметров диастолической функции левого желудочка с показателями глобальной продольной деформации ЛП выявлено не было ($p>0,05$).

У пациентов с пароксизмальной формой ФП (см. рис 3) через 3 дня после операции зарегистрировано статистически значимое снижение резервуарной (Δ 6,0[3,75; 8,25]%, $p<0,001$), проводниковой (Δ 3,3[2,25; 5,6]%, $p<0,001$) и сократительной и функций ЛП (Δ 1,8[0,4; 3,7], $p<0,001$). В группе с персистирующей формой ФП так же отмечалось угнетение всех компонентов механики ЛП: функции резервуара Δ 4,78±2,89% ($p<0,001$), проводника Δ 2,46±1,70% ($p<0,001$) и сократительной функции Δ 2,24±2,08% ($p<0,001$).

Через 3 месяца у всех пациентов было отмечено усиление функций ЛП: резервуарной (Δ -5,9±5,23% ($p<0,001$) и Δ -4,76±2,24 ($p<0,001$)), проводниковой (Δ -3,76±4,22 ($p<0,001$) и Δ -2,71±2,12% ($p<0,001$)) и сократительной (Δ -1,55[-0,4;-3,65]% ($p=0,004$) и Δ -2,18±1,98% ($p=0,003$) для пациентов из 1 и 2 групп соответственно).

У пациентов с пароксизмальной формой ФП пиковая продольная деформация ПП статистически значимо усиливалась в раннем послеоперационном периоде (Δ - 4,3[0,2; -6,95], $p<0,001$). Через 3 месяца значимой разницы не наблюдалось, но через год после операции пиковая продольная деформация ПП была статистически значимо выше исходного уровня (Δ -5,63±7,74, $p<0,001$) и уровня через 3 месяца после операции (Δ -2,28±9,23%, $p=0,018$).

У пациентов с персистирующей формой ФП при динамическом наблюдении отмечалось статистически значимое усиление пиковой продольной деформации ПП через 3 дня (Δ -4,4[-2,3; -6,5], $p=0,044$) и через год (Δ -4,16±5,08%, $p=0,023$) в сравнении с исходными уровнями. На других этапах наблюдения изменения были статистически не значимы ($p>0,05$). Результаты представлены в табл. 3, 4.

По результатам сравнительного анализа изменений деформации левого и правого предсердий группы были сопоставимы на всех этапах исследования, кроме проводниковой функции ЛП в раннем послеоперационном периоде в сравнении с исходным уровнем: более выраженное снижение у пациентов с пароксизмальной формой ФП ($p=0,039$).

Среди пациентов с персистирующей формой ФП чаще регистрировались рецидивы предсердных тахикардий в сравнении с пароксизмальной ФП: через 3 месяца после РЧА у 41 и 7,5% пациентов ($p=0,005$) и через год у

25 и 58,8% ($p=0,032$) пациентов из 1 и 2 групп соответственно.

При сравнении деформации предсердий через год после РЧА между пациентами с наличием и отсутствием рецидивов предсердных тахикардий среди обеих групп (с пароксизмальной и персистирующей формой ФП) у пациентов со стойким синусовым ритмом за период наблюдения были зарегистрированы более высокие показатели резервуарной ($27,4 \pm 4,53\%$ против $23,4 \pm 5,40\%$, $p=0,003$) и проводниковой функций ЛП ($17,6 \pm 4,49\%$ против $15,0 \pm 4,17\%$, $p=0,031$), а также продольной деформации ПП ($34,8 \pm 5,72\%$ против $29,8 \pm 6,01\%$, $p=0,005$), чем у пациентов с рецидивами предсердных тахикардий.

Согласно ROC анализу сохранение стойкого синусового ритма в течение года было связано с более высокими показателями деформации ЛП (резервуарной функции (AUC $0,75 \pm 0,75$ (доверительный интервал (ДИ) 95% $0,563 - 0,857$); $p=0,009$), проводниковой функции ЛП (AUC $0,666 \pm 0,76$ (ДИ 95% $0,517 - 0,815$); $p=0,040$) и пиковой продольной деформации ПП (AUC $0,753 \pm 0,69$ (ДИ 95% $0,617 - 0,888$); $p=0,002$).

ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Во время пароксизма ФП значительно меняется деформация предсердий: утрачивается сократительная функция, а резервуарная и проводниковая снижаются из-за нарушения эластических свойств и растяжимости волокон миокарда ЛП. Достоверно и точно оценить функцию предсердий позволяет двухмерная Speckle Tracking Imaging ЭхоКГ, представляющая собой точную количественную ультразвуковую оценку деформации, основанную на анализе пространственного смещения спеклов - пятен в серошкальном изображении, выраженную в процентах [11].

В нашем исследовании применяется общепринятая методика оценки пиковой продольной деформации ПП (изменение длины стенки предсердия относительно его исходной величины) и продольной деформации ЛП соответственно фазам сердечного цикла

предсердий: фаза сокращения (укорочение предсердия в систолу) - отрицательный пик продольной деформации после зубца Р, проводниковая фаза - отрицательный пик после открытия митрального клапана, а их абсолютная сумма представляет фазу резервуара - положительный пик (удлинение предсердия в диастолу) [10].

Анализ данных литературы по изменению деформации предсердий после восстановления синусового ритма разными способами позволил сделать вывод, что спонтанная, медикаментозная или электрическая кардиоверсия приводит к развитию механической дисфункции миокарда обоих предсердий (феномен «оглушения» или станинга), которая может сохраняться от 3-4 недель до нескольких месяцев [12, 13].

В работах разных центров было доказано повреждающее действие на миокард ЛП как радиочастот-

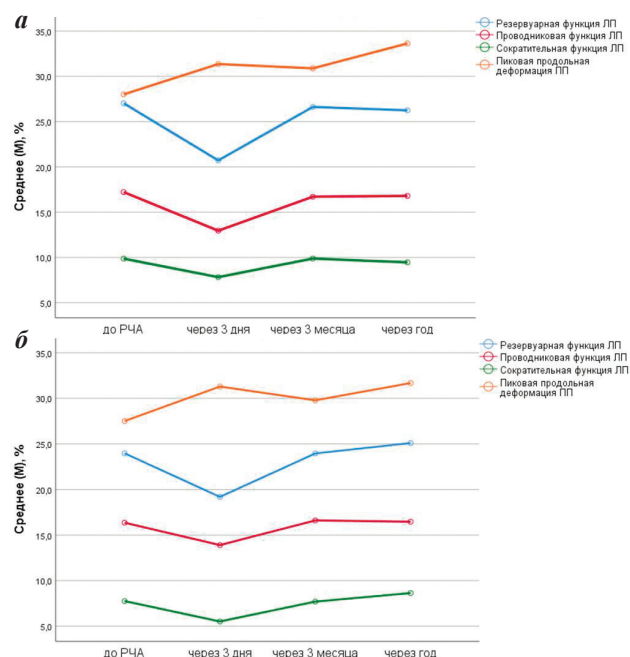


Рис. 3. Изменение показателей деформации у пациентов с пароксизмальной (а) и персистирующей (б) фибрилляцией предсердий, где ЛП - левое предсердие, ПП - правое предсердие.

Таблица 3.

Деформации правого и левого предсердий

	Этапы наблюдения				Достоверность различий
	До РЧА	Через 3 дня	Через 3 мес.	Через 12 мес.	
Пароксизмальная ФП					
РФЛП, %	27,0±4,57	20,7±3,93	26,6±4,29	26,2±5,69	p<0,001; p ₁₋₂ <0,001; p ₂₋₃ <0,001; p ₂₋₄ <0,001
ПФЛП, %	17,2±5,53	11,9[9,06;15,2]	16,7±4,32	16,8±5,02	p<0,001; p ₁₋₂ <0,001; p ₂₋₃ <0,001; p ₂₋₄ <0,001
СФЛП, %	9,87±4,10	7,83±3,40	9,88±4,13	9,46±3,64	p<0,001; p ₁₋₂ <0,001; p ₂₋₃ =0,004; p ₂₋₄ =0,003
ПДПП, %	28,0±5,66	31,4±6,73	30,9±6,55	33,6±6,27	<0,001; p ₁₋₂ =0,006; p ₁₋₄ <0,001; p ₃₋₄ =0,018
Персистирующая ФП					
РФЛП, %	21,1[19,0;27,5]	19,0±4,29	23,8±4,11	25,1±3,65	p<0,001; p ₁₋₂ <0,001; p ₂₋₃ <0,001; p ₂₋₄ <0,001
ПФЛП, %	16,2±4,71	14,0±3,85	16,7±4,59	16,5±3,19	p<0,001; p ₁₋₂ <0,001; p ₂₋₃ <0,001; p ₂₋₄ =0,001
СФЛП, %	7,61±2,73	5,32±2,61	7,20[4,80;9,10]	8,64±2,71	p<0,001; p ₁₋₂ =0,001; p ₂₋₃ =0,003; p ₂₋₄ =0,008
ПДПП, %	27,5±6,93	31,3±6,11	29,8±5,82	31,7±6,18	p=0,002; p ₁₋₂ =0,044; p ₁₋₄ =0,023

Примечание: РЧА - радиочастотная абляция.

ной, так и криобаллонной абляции в раннем послеоперационном периоде. И.Н.Мамчур с соавт. (2018) в нескольких работах с использованием двухмерной speckle-tracking ЭхоКГ описывают значимое влияние катетерной абляции на механику ЛП, особенно на резервуарную и сократительную фазы [14]. В исследовании Е.С.Ситковой с соавт. (2023) факт нарушения контрактильности ЛВ как при РЧА, так и при криобаллонной абляции был подтвержден внутрисердечной ЭхоКГ сразу после их изоляции [15].

Нами было зарегистрировано угнетение резервуарной, проводниковой и сократительной функции ЛП в раннем послеоперационном периоде у всех пациентов не зависимо от формы ФП, что подтверждает повреждающее действие РЧА. Угнетение сократительной функции может быть обусловлено прямым деструктивным воздействием на миокард ЛП и муфты ЛВ и утратой их сократимости, резервуарная функция, вероятно, страдает за счет нарушения эластических свойств кардиомиоцитов и работы ионных каналов, а изменение проводниковой функции имеет вторичный характер на фоне общего механического оглушения предсердия.

Сроки восстановления функций ЛП рассматривались в работе С.М.Хажбиевой с соавт. (2018), в которой описано усиление резервуарной, проводниковой и сократительной функций ЛП через 6 месяцев после РЧА для пациентов с пароксизмальной, персистирующей и длительно-персистирующей формами ФП [16]. В исследовании A.Liżewska-Springer et al (2020) было изучено изменение обоих предсердий и продемонстрировано значительное улучшение сократимости ЛП и ПП через 6 месяцев после РЧА независимо от ритма во

время исходного обследования, что доказывает влияние РЧА ФП на оба предсердия [17].

Полученные в ходе данного исследования результаты позволяют сделать вывод, что восстановление функций ЛП у всех пациентов происходит через 3 месяца после катетерной абляции с сохранением значений изучаемых показателей, сопоставимых с исходными, до окончания годового наблюдения, что может быть интерпретировано как обратное структурное и электрофизиологическое ремоделирование предсердий с восстановлением работы ионных каналов, способности кардиомиоцитов к сокращению и растяжению, нормализации внутрипредсердного давления. Этот факт можно считать значимым для определения сроков и необходимости антикоагулянтной и антиаритмической терапии после РЧА.

В мировой литературе имеются единичные работы, посвященные изучению функции ПП при ФП, но информации о механической способности ПП в раннем послеоперационном периоде и при динамическом наблюдении после катетерной абляции найдено не было. В данном исследовании впервые была проанализирована динамика изменений функций ПП в течение года наблюдения после РЧА: в раннем послеоперационном периоде зарегистрировано статистически значимое усиление пиковой продольной деформации ПП, вероятно обусловленное компенсаторным усилением механики миокарда ПП и/или межпредсердной перегородки на фоне станинга ЛП; так же отмечалось усиление деформации ПП на годовом этапе наблюдения по сравнению с исходным уровнем, что объясняется влиянием сохранения стойкого синусового ритма, и связанного с этим обратного ремоделирования, затрагивающего оба предсердия.

При сравнении пациентов с рецидивами предсердных тахикардий и без таковых в течение года наблюдения была подтверждена связь сохранения стойкого синусового ритма с более высокими показателями резервуарной и проводниковой функций ЛП, а также пиковой продольной деформации ПП, не зависимо от исходной формы ФП. Похожие результаты описаны в работе M.Govindan et al (2017), в которой было продемонстрировано усиление деформации ПП через 3 месяца и через год при сохранении синусового ритма на фоне антиаритмической терапии [18].

Ввиду полученных данных важность сохранения стойкого синусового ритма напрямую сопряжена с обратным ремоделированием и сохранением нормальных структурных и функциональных свойств миокарда предсердий, что может обуславливать отдаленную эффективность РЧА, а также риски развития тромбоэмболических осложнений и хронической сердечной недостаточности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Радиочастотная абляция оказывает повреждающее действие на миокард ЛП, что проявляется угнетением резервуарной, проводниковой и сократительной функций в раннем послеопера-

Таблица 4.

Изменение деформации правого и левого предсердий

	КТ	Группа 1, Δ%	Группа 2, Δ%	p
РФЛП, %	1-2	6,0 [3,75; 8,25]	4,78±2,89	0,194
	2-3	-5,9±5,23	-4,76±2,24	0,255
	2-4	-5,53±6,31	-5,91±3,25	0,767
	1-4	0,783±5,00	-1,12±3,36	0,157
ПФЛП, %	1-2	3,3 [2,25; 5,6]	2,46±1,70	0,039
	2-3	-3,76±4,22	-2,71±2,12	0,218
	2-4	-3,85±6,37	-2,3 [-1,2;-3,5]	0,262
	1-4	0,413±5,55	-0,106±2,62	0,634
СФЛП, %	1-2	1,8 [0,4; 3,7]	2,24±2,08	0,821
	2-3	-1,55[-0,4; -3,65]	-2,18±1,98	0,628
	2-4	-1,64±3,78	-3,12±2,60	0,147
	1-4	0,408±4,63	-0,880±2,88	0,209
ПДПП, %	1-2	-4,3[0,2;-6,95]	-4,4 [-2,3;-6,5]	0,780
	2-3	0,474±8,32	1,51±3,76	0,519
	2-4	-2,28±9,23	-0,382±5,7	0,437
	1-4	-5,63±7,74	-4,16±5,08	0,478

Примечание: КТ - контрольные точки, где 1 этап - до абляции, 2 этап - через 3 дня после абляции, 3 этап - через 3 месяца после абляции, 4 этап - через год после абляции.

ционном периоде, при этом механика ПП усиливается. Деформация ЛП восстанавливается через 3 месяца после РЧА и через год остается сопоставимой с исходным уровнем. Сохранение стойкого синусового ритма в течение

годового наблюдения обуславливает более высокие показатели продольной деформации ПП, резервуарной и проводниковой функций ЛП по сравнению с пациентами с наличием рецидивов предсердных тахикардий.

ЛИТЕРАТУРА

- 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): 386-392. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehaa612>.
- Qiu D, Peng L, Ghista DN, et al. Left Atrial Remodeling Mechanisms Associated with Atrial Fibrillation. *Cardiovasc Eng Technol*. 2021;12(3): 361-372. <https://doi.org/10.1007/s13239-021-00527-w>.
- Mouselimis D, Tsarouchas AS, Pagourelas ED, et al. Left atrial strain, intervencor variability, and atrial fibrillation recurrence after catheter ablation: A systematic review and meta-analysis. *Hellenic J Cardiol*. 2020;61(3): 154-164. <https://doi.org/10.1016/j.hjc.2020.04.008>.
- 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. <https://doi.org/10.1111/cpf.12595>.
- 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 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. *Russ J Cardiol*. 2017;22(8): 24-30. (In Russ.)]. <https://doi.org/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): 1109-1116. doi:10.1111/jce.13297. <https://doi.org/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. <https://doi.org/10.1186/s12968-020-00631-1>.
- Эшматов ОР, Баталов РЕ, Арчаков ЕА, и др. Эффективность и безопасность антикоагулянтной терапии у пациентов с различными формами фибрилляции предсердий после интервенционного лечения. Результаты трехлетнего наблюдения. Кардиология. 2022;62(8): 19-26. [Eshmatov OR, Batalov RE, Archakov EA, et al. Efficacy and safety of anticoagulant therapy in patients with various forms of atrial fibrillation after interventional treatment. results of a three-year follow-up. *Kardiologiya*. 2022;62(8): 19-26. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.18087/cardio.2022.8.n2046>.
- Ревিশвили АШ, Бойцов СА, Давтян КВ, и др. Клинические рекомендации по проведению электрофизиологических исследований, катетерной абляции и применению имплантируемых антиаритмических устройств. Новая редакция. 2017; 544-598. [Revishvili AS, Bojcov SA, Davtjan KV, et al. Guideline for electrophysiological studies, catheter ablation and the use of implantable antiarrhythmic devices. *New edition*. 2017; 544-598. (In Russ.)]. ISBN 978-5-9500922-0-6.
- Badano LP, Kolias 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. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jeu042>.
- 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: current assessment methods and clinical implications. *Rational Pharmacotherapy in Cardiology*. 2017;13(5): 675-683. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.20996/1819-6446-2017-13-5-675-683>.
- Gromyko TYu, Saiganov SA. Remodeling of the left atrium and the possibility of predicting recurrences of atrial fibrillation in various variants of sinus rhythm restoration. *Cardiac Arrhythmias*. 2022;2(4): 29-42. <https://doi.org/10.17816/cardar120108>.
- Аршинова ИА, Полтавская МГ, Седов ВП, и др. Взаимосвязь параметров деформации левого предсердия с рецидивом фибрилляции предсердий после кардиоверсии. Медицинский алфавит. 2022;20: 24-28. [Arshinova IA, Poltavskaya MG, Sedov VP, et al. Correlation of left atrial strain with the recurrence of atrial fibrillation after cardioversion. *Medical alphabet*. 2022;(20): 24-28. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2022-20-24-28>.
- Мамчур ИН, Чичкова ТЮ, Мамчур СЕ, 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: 22-27. [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): 22-27. (In Russ.)). <https://doi.org/10.25760/VA-2018-94-22-27>.

15. Ситкова ЕС, Усенков СЮ, Арчаков ЕА, и др. Изменение деформации устьев легочных вен после радиочастотной и криобаллонной абляции у пациентов с пароксизмальной формой фибрилляции предсердий. Вестник аритмологии. 2023;30(1): 34-41. [Sitkova ES, Usenkov SYu, Archakov EA, et al. 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. (In Russ.)). <https://doi.org/10.35336/VA-2023-1-05>.

16. Хажбиева СМ, Темботова ЖХ, и др. Оценка параметров геометрического, функционального и механического ремоделирования левого предсердия после хирургического лечения изолированной фибрилляции предсердий. Анналы аритмологии. 2018;15(1): 12-23. [Khazhbieva SM, Tembotova ZhKh, Serguladze SYu, et

al. Evaluation of geometric, functional and mechanical parameters of left atrium remodeling after surgical treatment of isolated atrial fibrillation. *Annaritmologii*. 2018;15(1): 12-23. (In Russ.)). <https://doi.org/10.15275/annaritmolog.2018.1.2>.

17. Govindan M, Kiotsekoglou A, Saha SK, et al. Right atrial myocardial deformation by two-dimensional speckle tracking echocardiography predicts recurrence in paroxysmal atrial fibrillation. *Journal of Echocardiography*. 2017;15(4): 166-175. <https://doi.org/10.1007/s12574-017-0341-9>.

18. 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): 126-135. <https://doi.org/10.5603/CJ.a2019.0004>.