



ISSN 1607-0763 (Print); ISSN 2408-9516 (Online)

<https://doi.org/10.24835/1607-0763-1000>

# Функциональная оценка левого предсердия с помощью эхокардиографии после радиочастотной абляции устьев легочных вен и левого предсердия у пациентов с хирургическим лечением фибрилляции предсердий и протезированием митрального клапана

© Сунгатуллин М.А.<sup>1,2\*</sup>, Абдульянов И.В.<sup>1,2</sup>, Вагизов И.И.<sup>1</sup>, Ахунова С.Ю.<sup>1</sup><sup>1</sup> ГАУЗ Межрегиональный клинико-диагностический центр, 420104 Казань, ул. Карбышева, д. 12А, Российская Федерация<sup>2</sup> Казанская государственная медицинская академия – филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, 420012 Казань, ул. Бутлерова, д. 36, Российская Федерация

**Цель исследования:** оценка геометрического, функционального ремоделирования левого предсердия (ЛП) после радиочастотной абляции (РЧА) устьев легочных вен, ЛП у пациентов при протезировании митрального клапана.

**Материал и методы.** Проведено проспективное рандомизированное одноцентровое исследование. В исследование включено 166 пациентов с заболеванием митрального клапана, разделенных на 3 группы в зависимости от длительности фибрилляции предсердий (ФП): с пароксизмальной ФП у 14 (8,4%) пациентов, с персистирующей ФП у 63 (37,9%) пациентов и с длительной персистирующей ФП у 89 (53,6%) пациентов, госпитализированных в Межрегиональный клинико-диагностический центр Казани с 2011 по 2018 г. Средний возраст пациентов составил  $57 \pm 5$  лет, женщин было 97 (58,4%).

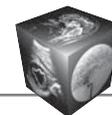
**Результаты.** Хирургическая изоляция устьев легочных вен и ЛП с помощью РЧА при замене митрального клапана позволяет восстановить синусовый ритм, что определяет ремоделирование ЛП, таким образом отмечается улучшение транспортной функции левых отделов сердца в целом.

**Ключевые слова:** оценка геометрических параметров функционального и механического ремоделирования левого предсердия, хирургическая радиочастотная абляция, протезирование митрального клапана, фибрилляция предсердий

**Авторы подтверждают отсутствие конфликтов интересов.**

**Для цитирования:** Сунгатуллин М.А., Абдульянов И.В., Вагизов И.И., Ахунова С.Ю. Функциональная оценка левого предсердия с помощью эхокардиографии после радиочастотной абляции устьев легочных вен и левого предсердия у пациентов с хирургическим лечением фибрилляции предсердий и протезированием митрального клапана. *Медицинская визуализация*. 2022; 26 (1): 94–103. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-1000>

**Поступила в редакцию:** 17.03.2021. **Принята к печати:** 04.02.2022. **Опубликована online:** 10.03.2022.



# Functional assessment of left atrium by echocardiography after radiofrequency ablation of pulmonary vein ostia and left atrium at patients with surgical treatment of atrial fibrillation and mitral valve replacement

© Marat A. Sungatullin<sup>1, 2\*</sup>, Ildar V. Abdulianov<sup>1, 2</sup>, Ildar I. Vagizov<sup>1</sup>, Svetlana Yu. Akhunova<sup>1</sup>

<sup>1</sup> State Autonomous Healthcare Institution "Interregional Clinical and diagnostic center"; 12A, Karbyshev str., Kazan 420104, Russian Federation

<sup>2</sup> Kazan State Medical Academy; 36, Butlerov str., Kazan 420012, Russian Federation

**Material and methods.** A prospective, randomized, single-center study was conducted. It included 166 patients with mitral valve disease divided into three groups depending on types of AF: with paroxysmal AF at 14 (8.4%) patients, with persistent AF at 63 (37, 9%) patients and with long-term persistent AF at 89 (53.6%) patients hospitalized at the Interregional Clinic and Diagnostic Center Kazan from 2011 to 2018. An average age of patients was  $57 \pm 5$  years old, mainly females amounted to 97 (58.4%).

**Results.** Surgical isolation of the pulmonary vein ostia and the left atrium by RFA at mitral valve replacement significantly improves the contractile function of the left atrium, which allows us to judge about the improvement of the transport function of the left heart chambers as a whole.

**Keywords:** assessment of geometric parameters of functional and mechanical remodeling of the left atrium, surgical radiofrequency ablation, mitral valve replacement, atrial fibrillation

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest. The study had no sponsorship.

**For citation:** Sungatullin M.A., Abdulyanov I.V., Vagizov I.I., Akhunova S.Yu. Functional assessment of left atrium by echocardiography after radiofrequency ablation of pulmonary vein ostia and left atrium at patients with surgical treatment of atrial fibrillation and mitral valve replacement. *Medical Visualization*. 2022; 26 (1): 94–103. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-1000>

**Received:** 17.03.2021.

**Accepted for publication:** 04.02.2022.

**Published online:** 10.03.2022.

## Введение

Фибрилляция предсердий (ФП) возникает у пациентов с ишемической болезнью сердца (ИБС) – 0,5%, ревматическими пороками сердца – 2% [1–4], гипертонической болезнью (ГБ), обструктивной и гипертрофической кардиомиопатиями – 0,4% [4, 5]. Наиболее часто ФП, как осложнение, встречается при заболеваниях митрального клапана (МК), 40–60% пациентов, нуждающихся в хирургическом лечении МК, имеют в анамнезе ФП, что является фактором высокого риска развития фатальных и инвалидизирующих осложнений [3, 4, 6–10]. В раннем и отдаленном периоде после хирургического вмешательства на сердце и сосудах сердца ФП наблюдается более чем у 80% пациентов, чаще аритмия сохраняется у пациентов при длительности ФП в анамнезе более 12 мес и при размере камеры левого предсердия (ЛП) более 6 см [8].

Основным субстратом возникновения ФП является морфологическое поражение ткани ЛП и правого предсердий (ПП), а удерживающим фактором ФП являются эктопические очаги, расположенные в устьях легочных вен (ЛВ) и задней стенке ЛП [3, 11–13].

Мерцательная аритмия является одной из важных проблем в современном здравоохранении в связи с повышенным риском развития ишемических осложнений головного мозга, сосудов верхних и нижних конечностей, сердечной недостаточности, что приводит к снижению качества жизни и инвалидизации населения, а также к увеличению летальности среди населения в 2 раза [14–16].

Совершенствование методов ранней диагностики ФП позволяет своевременно начать лечение, избежав осложнений, основным из которых является оперативный, хирургическим способом



устраняется аритмия и восстанавливается синусовый ритм [1, 2, 7, 9, 12, 15, 17].

У истоков развития хирургического лечения ФП стояли G. Guiraudon и соавт. (1985), которыми была разработана операция “коридор”. Смысл операции заключался в создании не связанной с окружающими тканями проводящей полосы миокарда от синусового узла до атриовентрикулярного соединения методом рассечения тканей предсердий с последующим сшиванием (цит по. [18]). Позже Дж. Коксом был разработан метод хирургического лечения под названием “лабиринт”, который заключался в создании разрезов с их последующим сшиванием в левом и правом предсердиях с учетом анатомических субстратов в возникновении ФП [16].

Ж. Сох и соавт. предложили 3 условия, необходимые для благоприятного прогноза хирургического лечения ФП, это восстановление атриовентрикулярной синхронизации, улучшение транспортной функции предсердий, снижение риска тромбоемболий [2, 5]. Данным условиям соответствует разработанная Ж. Сох и соавт. операция “Лабиринт-3” (Maze-III), являясь “золотым стандартом” хирургического лечения ФП на протяжении более 20 лет [12].

В 2008 г. S. Benussi предложил при выполнении Maze-III использовать радиочастотную энергию и криоабляцию для снижения травматичности миокарда и уменьшения хирургического кровотечения, что довольно часто наблюдалось при методике “режь и сшивай”, впоследствии эта методика показала хорошие ранние и отдаленные результаты и используется по настоящее время в мировой практике под названием Maze-IV [9, 10].

Радиочастотная абляция (РЧА) ЛП, ПП и ЛВ остается одним из “золотых методов” хирургического лечения ФП при открытых хирургических вмешательствах на сердце и имеет благоприятный клинический прогноз у этой категории пациентов [3, 14, 16, 17, 19].

Несмотря на множество клинических работ по безопасности и эффективности [3, 10, 19] РЧА устьев ЛВ, ПП и ЛП, остается вопрос о функциональном качестве транспортной функции ЛП у пациентов, перенесших данную процедуру при протезировании МК.

Современные возможности эхокардиографии (ЭхоКГ) и широта использования магнитно-резонансной томографии (МРТ) позволила на сегодняшний день изучить транспортную функцию ЛП при помощи оценки параметров продольной деформации (strain, %) и величины скорости деформации (c-1, strain rate), а также оценки систолической и диастолической функций на ос-

новании объемных показателей ЛП по данным ЭхоКГ и чреспищеводной ЭхоКГ (ЧПЭхоКГ) [5, 21].

### Цель исследования

Оценка геометрического, функционального ремоделирования ЛП после РЧА устьев ЛВ и ЛП у пациентов при протезировании МК.

### Материал и методы

Было проведено проспективное рандомизированное одноцентровое исследование, куда было включено 166 пациентов с патологией МК (выраженный митральный стеноз – 83% случаев, дегенеративная выраженная митральная недостаточность – 17% случаев).

Согласно клиническим рекомендациям, пациенты были разделены на 3 группы:

1-я группа – пароксизмальная форма ФП от 48 ч до 7 сут с купированием в синусовый ритм (n = 14 (8,4%) пациентов);

2-я группа – персистирующая форма ФП, длительность эпизода ФП более 7 сут (n = 63 (37,9%));

3-я группа – длительно персистирующая форма ФП, эпизод ФП более 1 года (n = 89 (53,6%)).

Пациенты были госпитализированы в ГАУЗ Межрегиональный клинико-диагностический центр Казани в период с 2011 по 2018 г. Средний возраст пациентов составил  $57 \pm 5$  лет, преобладали пациенты женского пола – 97 (58,4%) (табл. 1). Критерии включения: возраст пациентов старше 16 лет, изолированное протезирование искусственным протезом МК (митральный стеноз с максимальным градиентом давления более 20 мм рт.ст. и дегенеративная митральная недостаточность 3-й и более степени), наличие мерцательной аритмии, линейные размеры камеры ЛП не более 6,1 см, а объемные показатели ЛП не более 135 мл. Критерии исключения: пациенты с синусовым ритмом или ритмом из атриовентрикулярного соединения, наличие антиаритмических устройств (КВД, ЭКС), атеросклероз коронарных артерий, требующий хирургического вмешательства, протезирование аортального, трикуспидального и легочного клапанов сердца, размеры ЛП более 6,2 см по данным ЭхоКГ и объемные показатели ЛП более 135 мл. Всеми участниками подписано информированное добровольное согласие.

По данным шкалы CHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc риск тромбоэмболических осложнений составил  $2 \pm 1$  балл. Средние показатели риска по EuroScore II составили  $2,5 \pm 1,7\%$ .

Хирургическая изоляция триггерных зон выполнялась у всех 166 пациентов и включала в себя изоляцию ЛВ с обеих сторон, абляцию задней стенки и ушка ЛП, а также ПП (24%).

**Таблица 1.** Клинико-инструментальные данные (до операции) (n = 166)**Table 1.** Clinical and instrumental data (before surgery) (n = 166)

Параметры Parameter	Пароксизмальная ФП (1-я группа, n = 14) Paroxysmal AF (group 1, n = 14)	Персистирующая ФП (2-я группа, n = 63) Persistent FP (group 2, n = 63)	Длительно персистирующая ФП (3-я группа, n = 89) Long-term persistent AF (group 3, n = 89)
Мужчин/женщин, n Male/female, n	5/9	23/40	41/48
Средний возраст, годы Average age, years	54,2 ± 6,8	55,3 ± 9,3	58,2 ± 7,7
Длительность эпизодов ФП по времени наблюдения, мес Duration of AF episodes by observation time, months	22,4 ± 2,8	31,2 ± 17,5	58,8 ± 16,1
Фракция выброса ЛЖ, % Left ventricular ejection fraction, %	59,3 ± 6,2	53,2 ± 3,1	51,4 ± 7,3
Конечный систолический размер ЛЖ, мм End systolic LV size, mm	34,3 ± 4,2	45,0 ± 2,1	38,0 ± 3,3
Конечный диастолический размер ЛЖ, мм End diastolic LV size, mm	54,5 ± 3,2	55,2 ± 3,3	56,3 ± 6,2
Пик E, м/с Peak E, m/s	0,66 ± 0,05	0,69 ± 0,02	0,85 ± 0,08
Пик A, м/с Peak A, m/s	0,60 ± 0,07	0,50 ± 0,04	0,28 ± 0,30
Отношение E/A E/A ratio	1,1 ± 0,06	1,38 ± 0,80	3,03 ± 0,10
Объем левого предсердия, мл (V) Left atrial volume, ml (V)	125 ± 6,8	128 ± 10,9	131 ± 9,8
Линейный размер ЛП, мм Linear size of the left atrium, mm	49 ± 2,8	52 ± 3,2	52 ± 4,1
Сопутствующие заболевания, n (%) Concomitant diseases, n (%)			
Гипертоническая болезнь Hypertonic disease	9 (57)	27 (42)	41 (46)
СД 2 типа / Type 2 diabetes	1 (7)	5 (7,9)	5 (5,6)
ХОБЛ Chronic obstructive pulmonary disease	1 (7,1)	6 (9,5)	6 (6,7)
ХСН I–II ФК / Chronic heart failure	2 (14)	3 (4,7)	0 (0)
ХБП / Chronic kidney disease	0	2 (3,17)	4 (4,4)

Протезирование МК механическим протезом Мединж-2 выполнено 114 (68,7%) пациентам и биопротезом Carpentier–Edwards 52 (31,2%) пациентам. Операции проводились в условиях искусственного кровообращения (ИК) и фармакоолодовой кардиоплегии (ФХКП). Все операции, выполненные в условиях ИК, сопровождались ФХКП раствором Бретшнайдера (Кустодиол) в объеме

2500–3000 мл, расчет объема кардиоплегии вычислялся из индекса массы тела, ИК проводилось в условиях умеренной гипотермии (30–32 °С). У 101 (61%) пациента осуществлена пластика фиброзного кольца трикуспидального клапана (ТК).

РЧА ЛП, ЛВ, ушка ЛП выполнялась по общепринятому протоколу [3, 10, 20]. После начала ИК и наложения аортального зажима проводилось

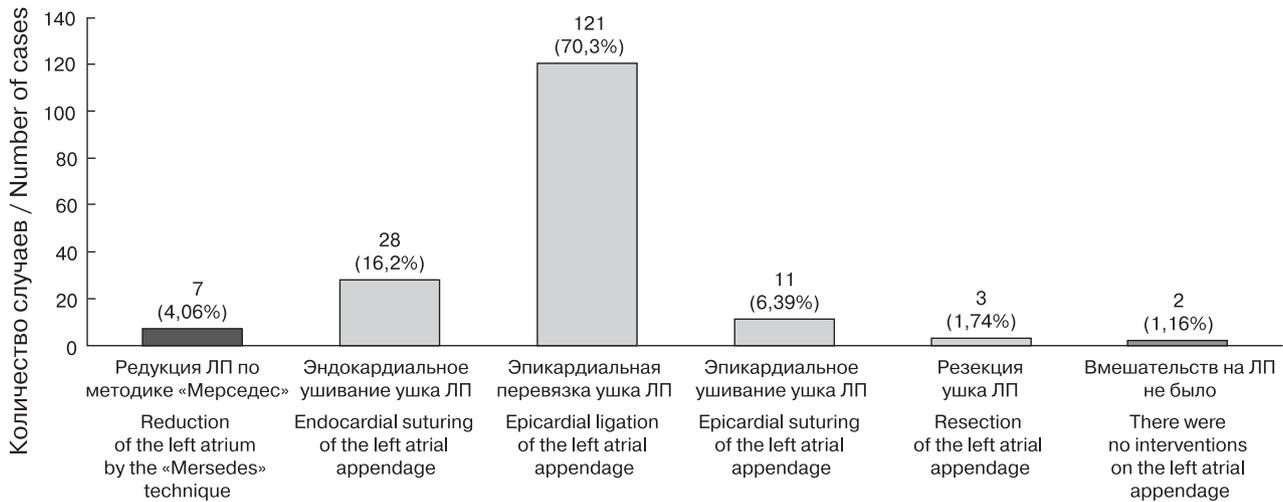


Рис. 1. Методы пластики левого предсердия и изоляции ушка левого предсердия (n = 172).

Fig. 1. Methods of LA repair and isolation of the LA appendage (n = 172).

вскрытие ЛП и осушение левых камер сердца с целью лучшего достижения трансмурального повреждения при РЧА. Электрическая изоляция ЛВ, задней стенки ЛП и ушка ЛП проводилось с помощью биполярного зажима, а изоляция митрального перешейка (линия от правой нижней ЛВ к МК) – монополярной ручкой. РЧА выполнялась при помощи модуля РЧА, генерирующего РЧ-энергию в биполярном режиме с тактовой частотой 460 кГц и выходной мощностью от 22,8 до 28,5 Вт [4]. Выходная мощность монополярной ручки составила от 12,0 до 30,0 Вт в зависимости от режима работы. При выполнении абляции на каждую аппликационную линию производилось воздействие РЧ-энергией минимум 3 раза, контролируя интрамуральное повреждение по монитору модуля РЧ-энергии, с последующим смещением биполярного зажима на 2 мм от исходной точки, и повторяя ранее указанные действия. На аппликацию одной линии потрачено от 25 до 35 с, среднее время проведения биатриального РЧА –  $12 \pm 4,3$  мин, среднее время проведения левопредсердного РЧА –  $7,8 \pm 3,6$  мин. В дополнение в 162 случаях во время операции выполняли механическую, шовную окклюзию ушка ЛП с целью профилактики нарушений ритма и эмболических осложнений (рис. 1).

С целью удержания ритма проводилась овердрайв-стимуляция по эпикардиальным электродам, подшитым к правому желудочку и ушку ЛП. Режим кардиостимуляции – DDD, AAI 90 в минуту.

Послеоперационное лечение включало антиаритмическую терапию амиодароном с пролонгацией назначения на 6 мес, антикоагуляционную

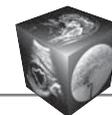
терапию гепарином начинали на следующие сутки после хирургического вмешательства, при переводе в профильное отделение чаще на 2-е сутки после вмешательства параллельно назначался варфарин. Терапия гепарином отменялась при условии достижения целевого уровня МНО (2,5–3,5). Пациентам с механическим протезом назначался пожизненный прием варфарина, у пациентов с биологическим протезом варфарин назначался на 6 мес с контрольным осмотром по результатам холтеровского мониторирования ЭКГ и ЭхоКГ для решения вопроса об отмене препарата.

В комплекс клиничко-лабораторных и инструментальных исследований входили клинический и биохимический анализы крови, коагулограмма, холтеровский мониторинг ЭКГ, ЭКГ, трансторакальная ЭхоКГ и ЧПЭхоКГ, мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ), рентгенография органов грудной клетки, селективная коронароангиография.

Оценку функционального состояния ЛП и ЛЖ производили с помощью трансторакальной ЭхоКГ на 2-е, 7-е сутки и через  $22 \pm 6,2$  мес после хирургического лечения. Наличие или отсутствие кровотока в ушке ЛП после коррекции порока МК и коррекции аритмии осуществляли посредством ЧПЭхоКГ.

ЭхоКГ выполняли по расширенному протоколу при помощи ультразвуковых аппаратов General Electric Vivid E95, Vivid S70.

В ходе работы оценивали геометрические и функциональные параметры: объем ЛП в фазу систолы левого желудочка (ЛЖ), в полную и раннюю диастолы ЛЖ, ударный объем и фракцию выброса (ФВ) ЛП.



**Таблица 2.** Геометрические и функциональные параметры левого предсердия до и после операции на сроках  $22 \pm 6,2$  мес ( $n = 166$ )

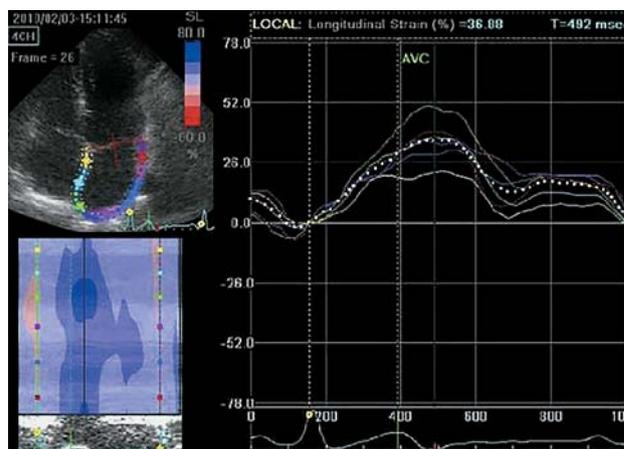
**Table 2.** Geometric and functional parameters of the left atrium before and after surgery at  $22 \pm 6.2$  months ( $n = 166$ )

Параметры Parameters	1-я группа (пароксизмальная ФП) 1st group (paroxysmal AF)			2-я группа (персистирующая ФП) 2nd group (persistent AF)			3-я группа (длительно персистирующая форма ФП) 3rd group (long-term persistent form of AF)		
	до операции before surgery	на сроках $22 \pm 6,2$ мес on time $22 \pm 6.2$ months	p	до операции before surgery	на сроках $22 \pm 6,2$ мес on time $22 \pm 6.2$ months	p	до операции before surgery	на сроках $22 \pm 6,2$ мес on time $22 \pm 6.2$ months	p
Геометрические / Geometric									
Диаметр, мм Diameter, mm	47,1 ± 4,5	43,5 ± 4,7	0,035	57,3 ± 3,9	52,1 ± 3,6	0,006	61,4 ± 7,9	60,3 ± 5,1	0,123
Индекс $V_{max}$ , мл/м <sup>2</sup> Index $V_{max}$ , ml/m <sup>2</sup>	36,3 ± 7,7	25,6 ± 7,4	0,008	43,1 ± 18,6	32,6 ± 11,3	0,006	52,0 ± 9,1	46,2 ± 12,3	0,050
Индекс P-V, мл/м <sup>2</sup> P-V index, ml/m <sup>2</sup>	30,1 ± 7,4	12,1 ± 6,4	0,008	37,7 ± 12,1	17,3 ± 11,3	0,002	42,3 ± 15,6	37,2 ± 12,7	0,080
Индекс $V_{min}$ , мл/м <sup>2</sup> Index $V_{min}$ , ml/m <sup>2</sup>	21,1 ± 7,4	8,7 ± 2,1	0,002	33,4 ± 11,3	11,2 ± 6,1	0,001	39,1 ± 17,3	37,2 ± 12,3	0,080
Функциональные, % / Functional, %									
Фракция пассивного изгнания Passive exile faction	13,5 ± 3,4	37,3 ± 6,1	0,003	11,4 ± 9,2	27,1 ± 8,4	0,003	12,1 ± 6,3	17,7 ± 7,2	0,040
Фракция активного изгнания Active knowledge faction	28,3 ± 7,3	42,8 ± 9,4	0,003	25,1 ± 11,7	34,2 ± 8,3	0,003	19,2 ± 5,3	20,3 ± 9,1	0,600
Индекс расширения ЛП LA Expansion Index	63,4 ± 19,4	113,3 ± 22,5	0,006	48,4 ± 21,5	92,7 ± 38,7	0,002	41,6 ± 23,4	52,8 ± 21,4	0,030

Изучены геометрические и функциональные особенности ЛП до и после проведения РЧА устьев ЛВ, ЛП и ПП с протезированием МК. Для выявления субстрата сократительной способности ЛП изучены ФВ ЛП, параметры вариабельности объемов (Р-объем, максимальный, минимальный), а также их индексы в систолическую, резервуарную фазы деятельности предсердия (табл. 2).

Для определения геометрического и функционального ремоделирования ЛП оценивали геометрические (линейные размеры ЛП, площадь ЛП и его объем) и функциональные (изменение объемов и их индексов в различные фазы активности ЛП) (рис. 2) параметры, полученные при обработке изображений из 2- и 4-камерных позиций с использованием В-режима ЭхоКГ.

В систолическую и диастолическую фазы сердца производились замеры поперечных и продольных размеров ЛП, согласно их соответ-



**Рис. 2.** Оценка показателей деформации левого предсердия.

**Fig. 2.** Evaluation of LA deformation indicators.



вия коротким и длинным осям. Для изучения анатомических размеров ЛП выделены следующие величины: Р-объем ЛП – акт систолической функции предсердий, оценивался с началом зубца *P* на ЭКГ, минимальный объем ЛП измерялся после закрытия МК, в момент фиксации зубца *R* на ЭКГ, максимальный объем ЛП, оценивался перед открытием створок МК, протеза МК, одновременно с моментом регистрации зубца *T* на ЭКГ [7]. Оценка фаз деятельности ЛП изучалась на основании показателей функциональной активности: фракция пассивного изгнания ЛП, объем ЛП, индекс расширения и объем заполнения ЛП, фракция и объем активного изгнания ЛП.

Объем ЛП вычисляли по формуле:

$$V = 8 \times A4 \times A2 / 3\pi \times L, \quad [5]$$

где *V* – объем ЛП, *A2* и *A4* – площади ЛП, измеренные в апикальных 4- и 2-камерной позициях, *L* – длинная ось ЛП (средняя из 4- и 2-камерной позиций);  $\pi = 3,14$ .

Контрактильную функцию ЛЖ отражали конечные систолический и диастолический объемы ЛЖ и ФВ ЛЖ, которые оценивались планиметрическим методом Симпсона.

Обработка статистических данных проводилась при помощи программного обеспечения Statistika 10.0 (StatSoft, Inc). Осуществлялось вычисление среднего значения с использованием стандартного отклонения, также применялись методы описательной статистики. Статистическая разница вычислялась с использованием *U* критерия Манна–Уитни. Ранговое непараметрическое тестирование Уилкоксона использовалось по необходимости. Достоверность статистических параметров определялась значением  $p < 0,05$ .

## Результаты

Оценка результатов осуществлена у 166 пациентов в период с 2011 по 2018 г., повторный осмотр пациента проведен на сроках  $22 \pm 6,2$  мес с момента хирургического лечения нарушения ритма методом РЧА и протезирования митрального клапана.

Анализ результатов показал, что в 1-й и 2-й группах после хирургического вмешательства произошло статистически значимое улучшение исследуемых показателей, оценивающих функции ЛП во всех фазах деятельности предсердия, в отличие от 3-й группы. У пациентов 1-й и 2-й групп выявлено статистически значимое увеличение индексов максимального объема в 1-й группе до  $36,3 \pm 7,7$  мл/м<sup>2</sup> после  $25,6 \pm 7,4$  мл/м<sup>2</sup> ( $p = 0,008$ ), во 2-й группе исходно до хирургического лечения  $43,1 \pm 18,6$  мл/м<sup>2</sup> после  $32,6 \pm 11,3$  мл/м<sup>2</sup>

( $p = 0,006$ ), индекс минимального объема в 1-й группе составил  $21,1 \pm 7,4$  мл/м<sup>2</sup> и после вмешательства  $8,7 \pm 2,1$  мл/м<sup>2</sup> ( $p < 0,002$ ), во 2-й группе похожие конечные результаты – до хирургического лечения  $33,4 \pm 11,3$  мл/м<sup>2</sup>, после  $11,2 \pm 6,1$  мл/м<sup>2</sup> ( $p < 0,001$ ) и индекс Р-объема в 1-й группе до вмешательства на открытом сердце составил  $30,1 \pm 7,4$  мл/м<sup>2</sup> на отдаленных сроках  $12,1 \pm 6,4$  мл/м<sup>2</sup> ( $p = 0,008$ ), во 2-й исследуемой группе –  $37,7 \pm 11,3$  мл/м<sup>2</sup> против  $17,3 \pm 11,3$  мл/м<sup>2</sup> ( $p < 0,002$ ). В 3-й группе статистически значимых изменений анатомических показателей выявлено не было (см. табл. 2).

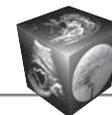
Во всех трех группах регистрировалось снижение всех функциональных показателей, что отражает нарушение резервуарной и сократительной способности миокарда ЛП при ФП. Индекс расширения ЛП, активная и пассивная фракции изгнания после хирургического вмешательства статистически увеличились в 1-й и 2-й группах ( $p < 0,001$ ) (см. табл. 2). Также выше стала фракция пассивного изгнания в 3-й группе пациентов в сравнении с исходным значением, что свидетельствует об улучшении функции ЛП у пациентов с длительной персистирующей ФП после хирургического лечения ( $12,1 \pm 6,3\%$  против  $17,7 \pm 7,2\%$ ,  $p = 0,04$ ). Параметры активного изгнания миокарда ЛП, показывающие насосную функцию ЛП, в 3-й группе значимо не изменились спустя  $22 \pm 6,2$  мес после вмешательства ( $19,2 \pm 5,3\%$  против  $20,3 \pm 9,1\%$ ,  $p = 0,6$ ). Полагаясь на эти параметры, можно предположить, что систолическая функция ЛП у этих пациентов не изменилась.

Резервуарная фаза функционально характеризовалась индексом расширения ЛП, данный параметр изначально снижался по мере увеличения сроков ФП и составил  $63,4 \pm 19,4$ ,  $48,4 \pm 21,5$  и  $41,6 \pm 23,4\%$  в 1-й, 2-й и 3-й группах соответственно. После хирургического лечения индекс расширения ЛП в 1-й и 2-й группах составил  $113,3 \pm 22,5\%$  ( $p < 0,006$ ) и  $92,7 \pm 38,7\%$  ( $p < 0,002$ ), в 3-й группе –  $52,8 \pm 21,4\%$  ( $p = 0,03$ ).

По данным анализа показателей отмечено достоверное различие между параметрами до и после хирургического лечения, что указывает на достаточную разницу в динамике между минимальным и максимальным объемами ЛП (см. табл. 2).

## Обсуждение

Все показатели, отражающие функциональное и геометрическое ремоделирование, в 3-й группе изначально были ниже по отношению к 1-й и 2-й группам, это подтверждается значимым влиянием длительности ФП в анамнезе пациента и ее про-



должительном влиянии в изменение анатомических и функциональных данных ЛП у данной категории пациентов.

Оценка резервуарной функции у исследуемых пациентов изучалась по уровню индекса расширения ЛП. Относительно пациентов с пароксизмальной формой ФП у пациентов с персистирующей и длительно персистирующей ФП обнаружен низкий индекс расширения ЛП ( $63,4 \pm 19,4\%$ ,  $48,4 \pm 21,5\%$  и  $41,6 \pm 23,4\%$ ).

Улучшенные параметры механической функции ЛП в кондуктивную, резервуарную и насосную фазы отмечены у всех пациентов. Так, через  $22 \pm 6,2$  мес после хирургической абляции и протезирования МК в сравнении с исходными данными при обработке исследуемых результатов изменения показателей оказались статистически значимыми, несмотря на то что прогностическая ценность их была различной.

Одним из важных моментов является то, что механическая дисфункция ЛП наступает ранее расширения ЛП [3, 19]. Отмечен также важный момент: параметры механической функции могут прогнозировать сроки и пролонгацию антикоагулянтной терапии [15]. Также установлено что снижение результатов тотальной деформации ЛП в фазу диастолы является фактором риска тромбоэмболических осложнений по шкале CHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>VASc у больных с персистирующей формой ФП.

Хирургическая обструкция ушка ЛП также снижает риск острого нарушения мозгового кровообращения при наличии у пациента ФП [3, 11, 12, 15]. По данным результатов нашего исследования отсутствие гемодинамики в ушке ЛП подтверждено у 98% пациентов по данным ЧПЭхоКГ, при соче-

тании данного факта с восстановлением сократительной функции ЛП это освобождает пациента от приема антикоагулянтных препаратов уже через 6 мес после хирургического лечения.

Таким образом, данное исследование подтверждает высокую эффективность левопредсердной РЧА у больных при протезировании МК и пароксизмальной, персистирующей и длительно персистирующей форм ФП. Отмечено улучшение механических геометрических, функциональных характеристик ЛП. На основании полученных результатов исследование регламентирует оптимизацию антикоагулянтной и антиаритмической терапии.

Полученные результаты свидетельствуют об увеличении сократительной способности миокарда ЛП, чем обусловлено увеличение преднагрузки на миокард ЛЖ и увеличение его сократительной способности, 1-я, 2-я и 3-я группы до операции составили –  $59,3 \pm 6,2$ ,  $53,2 \pm 3,1$  и  $51,4 \pm 3,3\%$  соответственно, после операции наибольший прирост сократительной функции левого желудочка пришелся на 1-ю и 2-ю группы –  $63,2 \pm 4,1\%$  ( $p = 0,001$ ) и  $58,5 \pm 4,6\%$  ( $p = 0,002$ ) (закон Франка–Старлинга), менее заметен рост данного показателя в 3-й группе  $53,7 \pm 7,2\%$  ( $p = 0,022$ ). Уменьшение объемов ЛЖ отмечено во всех 3 исследуемых группах (табл. 3).

### Заключение

Хирургическая изоляция устьев легочных вен и левого предсердия методом РЧА при протезировании митрального клапана достоверно улучшает сократительную функцию левого предсердия, что позволяет судить об улучшении транспортной функции левых отделов камер сердца в целом.

**Таблица 3.** Геометрические и функциональные параметры левого желудочка до и после операции на сроках  $22 \pm 6,2$  мес ( $n = 166$ )

**Table 3.** Geometric and functional parameters of the left ventricle before and after surgery at terms  $22 \pm 6.2$  months ( $n = 166$ )

Параметры Parameters	1-я группа 1st group			2-я группа 2nd group			3-я группа 3rd group		
	до before	после after	p	до before	после after	p	до before	после after	p
Геометрические / Geometric									
КДР, см / EDS, cm	$5,4 \pm 0,3$	$4,8 \pm 0,7$	0,002	$5,5 \pm 0,3$	$5,0 \pm 0,6$	0,03	$5,6 \pm 0,6$	$5,1 \pm 0,7$	0,02
КСР, см / ESS, cm	$3,4 \pm 0,4$	$3,0 \pm 0,3$	0,012	$4,5 \pm 0,2$	$3,6 \pm 0,4$	0,002	$3,8 \pm 0,3$	$3,36 \pm 0,2$	0,05
КДО, мл / EDV, ml	$104,3 \pm 17,4$	$81,8 \pm 8,6$	0,003	$95,1 \pm 15,1$	$87,8 \pm 11,3$	0,043	$97,3 \pm 19,6$	$91,5 \pm 13,1$	0,08
КСО, мл / ESV, ml	$61,7 \pm 11,1$	$42,5 \pm 7,1$	0,006	$48,9 \pm 12,2$	$45,9 \pm 9,2$	0,002	$51,6 \pm 7,3$	$46,4 \pm 9,3$	
Функциональные, % / Functional, %									
Фракция выброса ЛЖ LV ejection fraction	$59,3 \pm 6,2$	$63,2 \pm 4,1$	0,001	$53,2 \pm 3,1$	$58,5 \pm 4,6$	0,002	$51,4 \pm 3,3$	$53,7 \pm 7,2$	0,022

**Вклад авторов**

Сунгатуллин М.А. – проведение исследования, сбор и обработка данных, статистическая обработка данных, написание текста, подготовка, создание опубликованной работы.

Абдульянов И.В. – анализ и интерпретация полученных данных, подготовка и редактирование текста, утверждение окончательного варианта статьи.

Вагизов И.И. – участие в научном дизайне, ответственность за целостность всех частей статьи,

Ахунова С.Ю. – концепция и дизайн исследования.

**Authors' participation**

Sungatullin M.A. –, conducting research, collection and analysis of data, writing text, preparation and creation of the published work.

Abdulyanov I.V. – analysis and interpretation of the obtained data, text preparation and editing, approval of the final version of the article.

Vagizov I.I. – participation in scientific design, responsibility for the integrity of all parts of the article.

Akhunova S.Yu. – concept and design of the study.

**Список литературы [References]**

- Roy D., Talajic M., Nattel S. et al.; Atrial Fibrillation and Congestive Heart Failure Investigators. Rhythm control versus rate control for atrial fibrillation and heart failure. *N. Engl. J. Med.* 2008; 358 (25): 2667–2677. <http://doi.org/10.1056/NEJMoa0708789>
- Feinberg W.M., Blackshear J.L., Laupacis A. et al. Prevalence, age distribution, and gender of patients with atrial fibrillation. Analysis and implications. *Arch. Intern. Med.* 1995; 155 (5): 469–473. PMID: 7864703
- Baimbetov A.K., Bizhanov K.A., Abzaliev K.B. et al. Prediction of arrhythmia recurrence after atrial fibrillation ablation in patients with normal anatomy of the left atrium. *Int. J. Clin. Pract.* 2021; 75 (6): e14083. <https://doi.org/10.1111/ijcp.14083>
- Buist T.J., Zipes D.P., Elvan A. Atrial fibrillation ablation strategies and technologies: past, present, and future. *Clin. Res. Cardiol.* 2021; 110 (6): 775–788. <https://doi.org/10.1007/s00392-020-01751-5>
- Shaikh A.Y., Maan A., Khan U.A. et al. Speckle echocardiographic left atrial strain and stiffness index as predictors of maintenance of sinus rhythm after cardioversion for atrial fibrillation: a prospective study. *Cardiovasc. Ultrasound.* 2012; 10: 48. <http://doi.org/10.1186/1476-7120-10-48>
- Large S.R., Hosseinpour A.R., Wisbey C., Wells F.C. Spontaneous cardioversion and mitral valve repair: a role for surgical cardioversion (Cox-maze)? *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 1997; 11 (1): 76–80. [http://doi.org/10.1016/s1010-7940\(96\)01012-3](http://doi.org/10.1016/s1010-7940(96)01012-3)
- Go A.S., Hylek E.M., Phillips K.A. et al. Prevalence of diagnosed atrial fibrillation in adults: national implications for rhythm management and stroke prevention: the AnTicoagulation and Risk Factors in Atrial Fibrillation (ATRIA) Study. *JAMA.* 2001; 285 (18): 2370–2375. <http://doi.org/10.1001/jama.285.18.2370>
- Ревивили А.Ш., Серов Р.А., Имнадзе Г.Г. Морфология легочных вен и их мышечных муфт, роль в возникновении фибрилляции предсердий. *Вестник аритмологии.* 2003; 34: 44–49. Revishvili A.Sh., Serov R.A., Imnadze G.G. Morphology of pulmonary veins and their muscle couplings, role in the occurrence of atrial fibrillation. *Journal of arrhythmology.* 2003; 34: 44–49. (In Russian)
- Cox J.L., Canavan T.E. The surgical treatment of atrial fibrillation. II. Intraoperative electrophysiologic mapping and description of the electrophysiologic basis of atrial flutter and atrial fibrillation. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1991; 101 (3): 406–426. PMID: 1999934
- Kevin P., Ashleigh X., Yi-Chin T., Narendra K. Batrial ablation vs. left atrial concomitant surgical ablation for treatment of atrial fibrillation: a meta-analysis. *EP Europace.* 2015; 17 (1): 38–47. <https://doi.org/10.1093/europace/euu220>
- Бокерия Л.А., Ревивили А.Ш., Муратов Р.М., Рычин С.В., Умаров В.М., Сергуладзе С.Ю. Результаты хирургического лечения хронической фибрилляции предсердий у больных с пороками митрального клапана. *Анналы аритмологии.* 2004; 64–70. Bokeriya L.A., Revishvili A.Sh., Muratov R.M., Rychin S.V., Umarov V.M., Serguladze S. Yu. Results of surgical treatment of chronic atrial fibrillation in patients with mitral valve defects. *Annaly Aritmologii.* 2004; 64–70. (In Russian)
- Абдульянов И.В., Сунгатуллин М.А., Вагизов И.И. и др. Сравнение эффективности хирургического лечения персистирующей фибрилляции предсердий с помощью биатриальной и левопредсердной радиочастотной аблации у пациентов при протезировании митрального клапана. *Практическая медицина.* 2018; 16: 62–68. Abdul'yanov I.V., Sungatullin M.A., Vagizov I.I. et al. Comparison of the effectiveness of surgical treatment of persistent atrial fibrillation using biatrial and left atrial radiofrequency ablation in patients with mitral valve replacement. *Practical Medicine.* 2018; 16: 62–68. (In Russian)
- Ad N., Holmes S.D., Massimiano P.S. et al. Long-term outcome following concomitant mitral valve surgery and Cox maze procedure for atrial fibrillation. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2018; 983–994.
- Железнев С.И., Богачев-Прокофьев А.В., Пивкин А.Н., Назаров В.М. Сравнительный анализ результатов моно- и биполярной радиочастотной аблации у пациентов с клапанными пороками сердца и фибрилляцией предсердий. *Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия.* 2012; 5 (4): 84–87. Zheleznev S.I., Bogachev-Prokof'ev A.V., Pivkin A.N., Nazarov V.M. Comparative analysis of the results of mono- and bipolar radiofrequency ablation in patients with valvular heart disease and atrial fibrillation. *Kardiologiya i Serdechno-Sosudistaya Khirurgiya.* 2012; 5 (4): 84–87. (In Russian)
- Bogachev-Prokophiev A., Zheleznev S., Romanov A. et al. Ablation for atrial fibrillation during mitral valve surgery: 1-year results through continuous subcutaneous monitoring. *Interact. Cardiovasc. Thorac. Surg.* 2012; 15: 37–41. <https://doi.org/10.1093/icvts/ivs053>
- Rostagno C., Gelsomino S., Capocchi I. et al. Factors related to sinus rhythm at discharge after radiofrequency



- ablation of permanent atrial fibrillation in patients undergoing mitral valve surgery. *Heart Vessels*. 2016; 31: 593–598. <https://doi.org/10.1007/s00380-015-0647-3>
17. Gillinov M., Soltesz E.G. Atrial fibrillation in the patient undergoing mitral valve surgery: A once-in-a-lifetime opportunity. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2018; 155 (3): 995–996. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2017.09.125>
  18. Todd D. M. et al. Role of the posterior left atrium and pulmonary veins in human lone atrial fibrillation: electrophysiological and pathological data from patients undergoing atrial fibrillation surgery. *Circulation*. 2003; 108; 25: 3108–3114.
  19. Robertson J.O., Saint L.L., Leidenfrost J.E., Damiano R.J. Illustrated techniques for performing the Cox-Maze IV procedure through a right mini-thoracotomy. *Ann. Cardiothorac. Surg.* 2014; 3: 105–116. <https://doi.org/10.3978/j.issn.2225-319X.2013.12.11>
  20. Romero J., Gianni C., Mohanty S. et al. Radiofrequency Ablation of Atrial Fibrillation. *Handbook of Cardiac Electrophysiology*. 2020. 11 p.
  21. Chen Y.H., Wang L.G., Zhou X.D. et al. Outcome and safety of intracardiac echocardiography guided left atrial appendage closure within zero-fluoroscopy atrial fibrillation ablation procedures. *J. Cardiovasc. Electrophysiol.* 2022. <https://doi.org/10.1111/jce.15370>

**Для корреспонденции\*:** Сунгатуллин Марат Асхатович – 420104 Казань, ул. Карбышева, д. 12А. ГАУЗ “Межрегиональный клинко-диагностический центр”. Тел.: +7-965-587-90-92. E-mail: blaide88@mail.ru; marat.a.sungatullin@gmail.com

**Сунгатуллин Марат Асхатович** – врач сердечно-сосудистый хирург ГАУЗ “Межрегиональный клинко-диагностический центр”, Казань. E-mail: blaide88@mail.ru; marat.a.sungatullin@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0002-6711-573X>

**Абдульнов Ильдар Васылович** – канд. мед. наук, доцент кафедры кардиологии, рентгенэндоваскулярной и сердечно-сосудистой хирургии Казанской государственной медицинской академии, Казань. <https://orcid.org/0000-0003-2892-2827>. E-mail: ildaruna@mail.ru

**Вагизов Ильдар Ильгизович** – врач сердечно-сосудистый хирург, заведующий отделением кардиохирургии ГАУЗ “Межрегиональный клинко-диагностический центр”, Казань. E-mail: ivagizov@mail

**Ахунова Светлана Юрьевна** – канд. мед. наук, заведующая отделением функциональной диагностики ГАУЗ “Межрегиональный клинко-диагностический центр”, Казань. E-mail: svt400@mail.ru

**Contact\*:** Marat A. Sungatullin – 12A, Karbysheva str., Kazan 420104, Russian Federation. Interregional Clinical and Diagnostic Center. Phone: +7-965-587-90-92. E-mail: blaide88@mail.ru; marat.a.sungatullin@gmail.com

**Marat A. Sungatullin** – cardiovascular surgeon, Interregional Clinical and Diagnostic Center. Kazan. E-mail: blaide88@mail.ru; marat.a.sungatullin@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0002-6711-573X>

**Ildar V. Abdulianov** – Cand. of Sci. (Med.), Associate Professor of the Department of Cardiology, Endovascular and Cardiovascular Surgery, Kazan State Medical Academy, Kazan. <https://orcid.org/0000-0003-2892-2827>. E-mail: ildaruna@mail.ru

**Ildar I. Vagizov** – Cardiovascular Surgeon, Head of the Department of Cardiac Surgery of the Interregional Clinical and Diagnostic Center, Kazan. E-mail: ivagizov@mail

**Svetlana Yu. Akhunova** – Cand. of Sci. (Med.), Head of the Department of Functional Diagnostics, Interregional Clinical and Diagnostic Center. Kazan. E-mail: svt400@mail.ru