

Сравнительный анализ деформации левого предсердия с применением технологии speckle-tracking-эхокардиографии у пациентов после катетерной, торакоскопической и гибридной процедур абляции

© Кадырова М.¹, Ялова Е.В.^{1*}, Ярош М.В.¹, Стребкова Е.Д.¹, Ревিশвили А.Ш.^{1, 2}

¹ ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр хирургии им. А.В. Вишневского» Минздрава России; 117997 Москва, ул. Большая Серпуховская, д. 27, Российская Федерация

² ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России; 125993 Москва, ул. Баррикадная, д. 2/1, стр. 1, Российская Федерация

Цель исследования: провести всесторонний сравнительный анализ динамики изменения показателей деформации левого предсердия по данным speckle-tracking-эхокардиографии у пациентов с непароксизмальными формами фибрилляции предсердий, перенесших процедуры катетерной, торакоскопической и гибридной абляции в отдаленном периоде наблюдения.

Материал и методы. В исследование было включено 268 пациентов с персистирующей и длительно персистирующей формами ФП. Пациенты были псевдорандомизированы в 3 группы исследования в зависимости от метода лечения: 1-я – катетерная абляция (n = 80), 2-я – торакоскопическая абляция (n = 126), 3-я – гибридная абляция (n = 62). Анализ динамики изменения деформации левого предсердия выполнялся у всех пациентов, включенных в исследование, с применением технологии speckle-tracking-эхокардиографии до и через 3, 6, 12 и 24 мес после процедур абляции. Первичной конечной точкой исследования считали сохранение устойчивого синусового ритма по результатам суточного мониторингирования ЭКГ в течение трехлетнего периода наблюдения.

Результаты. В группе гибридного лечения фибрилляции предсердий отмечалось выраженное улучшение резервуарной функции левого предсердия в течение двухлетнего периода наблюдения. Показатели деформации левого предсердия в конduitную и сократительную фазы были выше в группе катетерной абляции в сравнении с изолированной торакоскопической абляцией и гибридным лечением аритмии. Общая эффективность всех процедур абляции составила 81,2% при среднем периоде наблюдения 27,8 ± 12,4 мес, наилучшие результаты сохранения устойчивого синусового ритма были зарегистрированы в группе гибридной абляции и составили 95,0%.

Заключение. Параметры деформации левого предсердия, полученные с использованием технологии speckle-tracking-эхокардиографии, отражают функциональное состояние предсердия после процедур как эндо-, так и эпикардиальных абляций и в будущем могут применяться для прогнозирования эффективности представленных процедур абляций. Гибридная абляция демонстрирует лучшие отдаленные результаты по восстановлению резервуарной функции левого предсердия и профилактике возврата предсердных тахикардий у пациентов с непароксизмальными формами фибрилляции предсердий.

Ключевые слова: фибрилляция предсердий; катетерная абляция; торакоскопическая абляция; гибридная абляция; speckle-tracking; деформация левого предсердия; эхокардиография

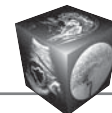
Авторы подтверждают отсутствие конфликтов интересов.

Для цитирования: Кадырова М., Ялова Е.В., Ярош М.В., Стребкова Е.Д., Ревিশвили А.Ш. Сравнительный анализ деформации левого предсердия с применением технологии speckle-tracking-эхокардиографии у пациентов после катетерной, торакоскопической и гибридной процедур абляции. *Медицинская визуализация*. 2025; 29 (3): 10–23. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-1591>

Поступила в редакцию: 06.08.2025.

Принята к печати: 20.08.2025.

Опубликована online: 17.09.2025.



Comparative analysis of left atrium deformity using “speckle-tracking” echocardiography technology in patients after catheter, thoracoscopic, and hybrid ablation procedures

© Madina Kadyrova¹, Evgeniya V. Yalova^{1*}, Mark V. Yarosh¹,
Elizaveta D. Strebkova¹, Amiran Sh. Revishvili^{1, 2}

¹ A.V. Vishnevsky National Medical Research Center of Surgery of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation; 27, Bol'shaya Serpukhovskaya str., Moscow 117997, Russian Federation

² Russian Medical Academy of Continuous Professional Education of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation; 2/1-1, Barrikadnaya str., Moscow 125993, Russian Federation

Aim: to perform a comprehensive comparative analysis of the dynamics of changes in the parameters of left atrial deformity according to “speckle-tracking” echocardiography in patients with nonparoxysmal forms of atrial fibrillation who underwent catheter, thoracoscopic and hybrid ablation procedures in the long-term follow-up period.

Material and methods. The study included 268 patients with persistent and long-term persistent forms of AF. The patients were pseudorandomized into three study groups depending on the treatment method: 1) catheter ablation (n = 80), 2) thoracoscopic ablation (n = 126), 3) hybrid ablation (n = 62). The dynamics of changes in left atrial deformity was analyzed in all patients included in the study using “speckle-tracking” echocardiography technology before and 3, 6, 12, and 24 months after ablation procedures. The primary endpoint of the study was considered to be the maintenance of a stable sinus rhythm as a result of daily monitoring of the electrocardiogram during a three-year follow-up period.

Results. In the hybrid atrial fibrillation treatment group, there was a marked improvement in the reservoir function of the left atrium during the two-year follow-up period. The rates of left atrial deformity in the conduction and contractile phases were higher in the catheter ablation group compared with isolated thoracoscopic ablation and hybrid treatment of arrhythmia. The overall effectiveness of all ablation procedures was 81.2% with an average follow-up period of 27.8 ± 12.4 months, and the best results of maintaining a stable sinus rhythm were recorded in the hybrid ablation group and amounted to 95.0%.

Conclusion. The parameters of the left atrium deformity obtained using the “speckle-tracking” echocardiography technology reflect the functional state of the atrium after both endo- and epicardial ablation procedures and can be used in the future to predict the effectiveness of the presented ablation procedures. Hybrid ablation demonstrates the best long-term results in restoring the reservoir function of the left atrium and preventing the return of atrial tachyarrhythmias in patients with nonparoxysmal forms of atrial fibrillation.

Keywords: atrial fibrillation; catheter ablation; thoracoscopic ablation; hybrid ablation; speckle-tracking; left atrial deformation; echocardiography

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

For citation: Kadyrova M., Yalova E.V., Yarosh M.V., Strebkova E.D., Revishvili A.Sh. Comparative analysis of left atrium deformity using speckle-tracking echocardiography technology in patients after catheter, thoracoscopic, and hybrid ablation procedures. *Medical Visualization*. 2025; 29 (3): 10–23. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-1591>

Received: 06.08.2025.

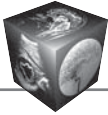
Accepted for publication: 20.08.2025.

Published online: 17.09.2025.

Введение

Фибрилляция предсердий (ФП) является самой распространенной предсердной тахикардией. Распространенность ФП продолжает неуклонно расти, что делает ее серьезной проблемой для системы здравоохранения. ФП ассоциирована с высокими рисками развития тромбоэмболического инсульта, сердечной недостаточности, увеличением частоты смертности и снижением качества жизни пациентов [1].

Современные стратегии лечения ФП направлены на контроль ритма и профилактику развития системных тромбоэмболий [2]. Устойчивые персистирующие формы ФП представляют особый интерес при поиске новых наиболее эффективных стратегий лечения. Согласно Европейским клиническим рекомендациям 2024, в отношении персистирующих форм ФП можно рассмотреть: торакоскопическую абляцию (ТА) и гибридное лечение (абляция, ГА) с вероятностью более высокой ча-



стоты успеха удержания и сохранения синусового ритма [3]. Несмотря на ряд исследований преимущества ТА, первой линией лечения ФП сохраняются методы катетерной абляции (КА) с применением современных технологий и систем картирования [3, 4].

Катетерная абляция стала широко распространенным методом лечения ФП, особенно у пациентов с симптоматической формой заболевания, устойчивой к медикаментозной терапии. КА предполагает радиочастотную абляцию или криоабляцию участков сердечной ткани, ответственных за поддержание аритмии, как правило, в области легочных вен [4, 5]. Несмотря на высокую эффективность КА у пациентов с пароксизмальной ФП, ее эффективность снижается у пациентов с длительно существующей персистирующей ФП и дилатированным левым предсердием (ЛП) [6, 7].

Хирургическая абляция, включая эпикардальную ТА, является альтернативным подходом к лечению ФП, который может быть более эффективным у пациентов с сопутствующей патологией сердца или неэффективностью КА [8]. ТА может быть выполнена как изолированно, так и в сочетании с другими кардиохирургическими процедурами, такими как аортокоронарное шунтирование или протезирование клапанов сердца. Однако ТА является более инвазивной процедурой, чем КА, и связана с более высоким риском осложнений [9].

В последние годы все большее внимание привлекает ГА, сочетающая в себе преимущества КА и ТА. ГА предполагает выполнение эпикардальной абляции хирургическим путем с последующей эндокардиальной абляцией с использованием катетерных технологий. Считается, что такой подход позволяет более полно воздействовать на аритмогенный субстрат в предсердиях и улучшить результаты лечения ФП [10].

Оценка эффективности различных методов абляции традиционно основывается на клинических и электрокардиографических критериях. Однако в последние годы возрастающий интерес вызывает использование технологии speckle-tracking-эхокардиографии (STE) – метода визуализации, позволяющего количественно оценить деформационные характеристики ЛП, включая резервуарную, кондуктивную и сократительную функции. В отличие от других методик, в частности тканевого доплера, speckle-tracking-эхокардиография предлагает угло-независимый подход, нивелируя эффект “привязки”. Это позволяет более точно оценить истинную деформацию сердечной мышцы. В ряде работ описано, что снижение параметров деформации ассоциировано с фиброзом предсердия и может служить прогностическим маркером рецидива ФП.

При этом вопрос о дифференциальной динамике показателей деформации после различных типов абляции остается открытым.

Цель исследования: оценка динамики деформации ЛП с применением методов speckle-tracking-эхокардиографии у пациентов, перенесших катетерное, торакоскопическое или гибридное лечение персистирующих и длительно персистирующих форм ФП.

Материал и методы

Дизайн исследования: проспективное одноцентровое нерандомизированное исследование, проведенное в 2022–2023 гг. на базе ФГБУ “НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского”. Протокол исследования был одобрен локальным этическим комитетом, все пациенты подписывали добровольное информированное согласие.

В исследование было включено 268 пациентов с персистирующей и длительно персистирующей формами ФП. Диагноз ФП выставлялся на основании современных рекомендаций и критериев, принятых международными медицинскими сообществами [3].

Диагностическим подтверждением клинической ФП считали задокументированную запись ФП на ЭКГ продолжительностью более 30 с.

Критерии включения: 1) пациенты с симптоматической персистирующей и длительно персистирующей формами ФП, рефрактерной к медикаментозной терапии; 2) EHRA III–IV

Критерии не включения: 1) гемодинамически значимый атеросклероз коронарных артерий; 2) врожденные и приобретенные пороки сердца; 3) ОНМК давностью не более 6 мес; 4) сердечная недостаточность со сниженной ФВ ЛЖ $<40\%$; 5) декомпенсированный сахарный диабет; 6) высокие риски кровотечения; 7) легочная гипертензия; 8) хроническая болезнь почек (скорость клубочковой фильтрации менее $60 \text{ мл/мин/1,73 м}^2$); 9) ранее перенесенные операции на органах грудной клетки или лучевая терапия.

Всем пациентам до включения в исследование был проведен комплекс инструментальных методов обследования, включавший: 1) компьютерную томографию легочных вен с контрастированием; 2) электрокардиографию в 12 отведениях; 3) суточное мониторирование ЭКГ по Холтеру; 4) трансторакальную эхокардиографию с включением метода speckle-tracking-эхокардиографии (STE).

Распределение по группам исследования было выполнено на основании используемого метода абляции. В группу КА было включено 80 пациентов, в группу ТА – 126 пациентов, в группу ГА – 62 пациента.



Протокол трансторакальной эхокардиографии

Трансторакальная эхокардиография (ТТ ЭхоКГ) выполнялась на аппарате PHILIPS CVX (Philips Healthcare, Нидерланды) с использованием датчика x5-1. Переднезадний диаметр ЛП измеряли в парастернальной проекции по длинной оси сердца в конце систолы. Площадь ЛП рассчитывалась из апикальной проекции в четырех- и двухкамерной проекции, но также с обязательной оценкой объема. Для достоверного измерения объема ЛП получали три основных показателя: 1) максимальный объем ЛП ($V_{\max}$) сразу перед открытием митрального клапана; 2) минимальный объем ЛП ($V_{\min}$) после закрытия митрального клапана и 3) объем предпредсердных сокращений (V_{preA}), измеренный в начале зубца Р на ЭКГ.

Также выполняли измерение активных показателей функционального состояния ЛП: 1) объем резервуара ЛП ($V_{\max} - V_{\min}$); 2) объем кондуита ЛП (общий ударный объем ЛЖ – резервуарный объем ЛП); 3) объем пассивного опорожнения ЛП ($V_{\max} - V_{\text{preA}}$); 4) сократительный объем ЛП ($V_{\text{preA}} - V_{\min}$). Согласно американским и европейским клиническим рекомендациям, по данным двухмерной эхокардиографии нормой считается LAVI не более 34 мл/м².

Протокол двухмерной speckle-tracking-эхокардиографии

Для анализа деформации ЛП использовали четырехкамерную проекцию, оценку оптимальных кадров подбирал специалист в режиме off-line. После отбора оптимальных записей программа автоматически генерировала область интересов, которую подвергали коррекции и сегментации вручную в соответствии с анатомией ЛП. После коррекции области интереса программа автоматически рассчитывала параметры деформации во всех фазах сердечного цикла. Так как у всех пациентов на момент оценки показателей деформации ЛП регистрировали устойчивую ФП, учитывали значения в резервуарную и конduitную фазы. Средняя частота изображения – 51,9 ± 8 кадров в секунду.

Зону интереса для speckle-tracking-анализа располагали от эндокардиальной поверхности с одной стороны фиброзного кольца митрального клапана, трассируя эндокардиальную поверхность ЛП до другой части фиброзного кольца митрального клапана, экстраполируя ее между устьями ушка ЛП и устьями легочных вен. При этом зону интереса располагали без захвата перикарда. Толщина зоны интереса при трассировке ЛП составляла не более 3 мм. После окончания трасси-

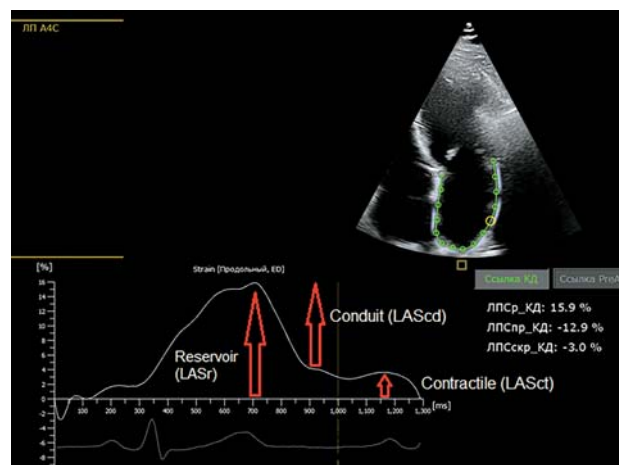


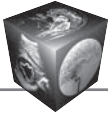
Рис. 1. Измерение показателей деформации ЛП в три фазы (резервуарную, конduitную и сократительную). На изображении представлен результат анализа функции ЛП с помощью speckle-tracking-эхокардиографии в апикальной четырехкамерной позиции. В верхней части визуализируется изображение ЛП с контуром, выделенным для идентификации движения миокарда. Нижняя часть содержит график деформации миокарда ЛП во времени, демонстрирующий три основные фазы: резервуарную, конduitную и сократительную.

Fig. 1. Measurement of LA strain parameters in three phases (reservoir, conduit, and contractile). The image shows the result of left atrial (LA) function analysis using speckle-tracking echocardiography in the apical four-chamber view. The upper part shows the LA image with a contour highlighted to identify myocardial motion. The lower part contains a graph of LA myocardial strain over time, demonstrating three main phases: reservoir, conduit, and contractile.

ровки зона интереса повторяла движение соответствующей ткани предсердий. Если этого не наблюдалось, то выполняли дополнительную корректировку контура зоны интереса. При невозможности выполнить оптимальную корректировку изменяли кадр.

У всех пациентов за нулевую точку отсчета принимали комплекс QRS, так как на момент исследования до операции по ЭКГ у всех пациентов, включенных в исследование, регистрировалась устойчивая ФП.

Все исследования выполнялись одним опытным специалистом. Для оценки использовались апикальные проекции. Глобальную продольную деформацию ЛП анализировали для каждой фазы: резервуарной (LASr), конduitной (LAScd) и сократительной (LASct) (рис. 1). ТТ ЭхоКГ и speckle-tracking-анализ проводили на дооперационном этапе, на следующий день после операции, а также через 3, 6, 12 и 24 мес после оперативного вмешательства.



Протоколы процедур абляции

Торакоскопическая абляция выполнялась по схеме “Box lesion” с одномоментной ампутацией ушка ЛП в условиях кардиохирургической операционной. Более детальные этапы ТА ФП изложены в предыдущих работах [11, 12].

Катетерные абляции проводились под комбинированной анестезией в условиях рентгеноперационной. У всех пациентам выполнялась антральная изоляция устьев легочных вен с применением систем высокоплотного картирования. Дополнительные линии абляции выполнялись по решению оператора. Все операции проводились одним опытным хирургом.

Гибридное (этапное) лечение ФП включало в себя два этапа. Первым этапом выполнялась ТА по схеме “Box lesion” с одномоментной ампутацией ушка ЛП. Вторым этапом (вне зависимости от срыва ритма ФП) через 3 мес после первого этапа проводилось высокоплотное картирование, во время которого выполняли построение вольтажной и активационной карт ЛП. При необходимости производились дополнительные абляции – линии на крыше, митральном перешейке либо абляции очагов предсердной тахикардии. При выявлении остаточной активности в легочных венах проводилась их доизоляция. При наличии типичного трепетания предсердий выполнялась абляция кавотрикуспидального перешейка.

Первичная конечная точка исследования

Эффективность ТА ФП оценивалась через 3, 6, 12 мес и далее ежегодно по данным суточного холтеровского мониторирования ЭКГ.

Процедура считалась успешной при отсутствии любой предсердной тахикардии (ФП, атипичное трепетание предсердий и наджелудочковой тахикардии) продолжительностью более 30 с. Показанием к выполнению дополнительных КА после ТА являлась устойчивая аритмия, “нагрузка” ФП (AF “burden”) продолжительностью более 30 с при бессимптомном течении не считалась показанием к выполнению КА, пациентам проводилась коррекция антиаритмической терапии.

Запись ЭКГ рекомендовалось выполнять при любом симптоматическом учащенном неритмичном сердцебиении. Из исследования исключался “слепой” период в течение первых 3 мес после операции.

Статистический анализ

Статистический анализ и визуализация полученных данных проводились с использованием среды для статистических вычислений R 4.4.0

(R Foundation for Statistical Computing, Вена, Австрия).

Описательные статистики представлены в виде абсолютных и относительных для качественных переменных и среднего (стандартное отклонение) и медианы (1-й и 3-й квартили) в зависимости от нормальности распределения – для количественных. Соответствие выборочного распределения количественных переменных нормальному распределению проводилось с использованием теста Шапиро–Уилка, кроме того, производилась оценка коэффициента асимметрии (в качестве критического значения использовали абсолютное значение коэффициента $>1,96$) и визуальная оценка с использованием гистограмм и графиков квантиль-квантиль.

Для сравнения групп в отношении количественных показателей использовались однофакторный дисперсионный анализ (с t-тестом Уэлча в качестве post hoc метода) и тест Краскела–Уоллиса (с тестом Данна в качестве post hoc метода), в отношении качественных – тест χ^2 Пирсона и точный тест Фишера (при минимальном ожидаемом числе наблюдений в ячейках таблицы сопряженности менее 5). При проведении множественных попарных сравнений использовалась поправка Холма.

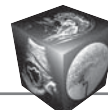
Для оценки оптимального порога для количественных переменных использовалась J-статистика Юдена. Для анализа выживаемости использовали метод Каплана–Мейера, лог-ранговый тест и однофакторные модели пропорциональных рисков Хокса.

При проведении многофакторного анализа в модель в качестве предикторов включались переменные, для которых р-значение в однофакторном анализе было меньше 0,1, кроме того, из отобранных предикторов осуществлялся дальнейший пошаговый отбор с исключением на основании информационного критерия Акаике (AIC). Для оценки мультиколлинеарности предикторов использовался фактор инфляции дисперсии (VIF).

Результаты исследования

Всего было обследовано 268 пациентов, из которых 126 пациентам была выполнена ТА, 80 пациентам – КА и 62 пациента получили гибридный метод. Клинические данные пациентов представлены в табл. 1.

Статистически значимых отличий по основным клиническим характеристикам между пациентами до проведения абляции в трех группах исследования не было получено (табл. 2).



При проведении сравнительной характеристики эхокардиографических параметров была выявлена статистически значимая разница у некоторых показателей (табл. 3). У пациентов группы ГА наблюдалась закономерность возникновения большего переднезаднего размера ЛП – 44 мм (41; 49 мм) по сравнению с результатами КА 40 мм (38; 44 мм), $p = 0,003$ и ТА 42 мм (39; 47 мм), $p = 0,073$. Хотя сравнение между показателями ТА и КА по этому показателю было статистически незначимым ($p = 0,073$), наименьший медианный переднезадний размер ЛП отмечался

в группе КА (40 мм) по сравнению с ТА (42 мм) и ГА (44 мм). Это может свидетельствовать о менее выраженном линейном ремоделировании ЛП у пациентов группы КА (рис. 2).

Также в группе ГА были статистически значимо выше показатели максимального объема – 84,8 (71; 100,3) мл и минимального объема – 57 (42,8; 67,3) мл по сравнению с группой ТА – 73,7 (59,7; 93) мл и 40,3 (31; 58) мл ($p = 0,051$ и $0,002$ соответственно) и КА 60 (51,1; 87) мл и 35 (27,3; 49,8) мл ($p = 0,002$ и $<0,001$ соответственно) (см. рис. 2).

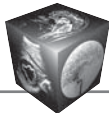
Таблица 1. Клиническая характеристика пациентов ($n = 268$)

Table 1. Clinical characteristics of patients ($n = 268$)

Показатель Indicator		
Пол (муж.) / Gender (male)	n (%)	179 (66.8%)
Возраст, годы / Age, years	Me (IQR)	62 (54; 68)
Форма ФП / Form of FP: персистирующая / persistent длительно персистирующая / long-term persistent	n (%)	120 (44.8%) 148 (55.2%)
Анамнез ФП, годы / History of AF, years	Me (IQR)	4 (2; 9)
EHRA по Wynn (баллов) / EHRA по Wynn (points): III IV	n (%)	219 (81.7%) 49 (18.3%)
ОНМК/ТИА / ASC/TIA	n (%)	12 (4.5%)
Сахарный диабет / Diabetes Mellitus	n (%)	28 (10.5%)
Гипертоническая болезнь/ Hypertension	n (%)	189 (70.5%)
ХСН / CHF: II–III ФК по NYHA / II–III FC according to NYHA	n (%)	182 (68.0%)
Предшествующие КА / Previous KA	n (%)	41 (15.3%)
Антиаритмическая терапия / Antiarrhythmic therapy: IC II III IV	n (%)	246 (91.8%) 40 (14.9%) 116 (43.3%) 110 (41.0%) 6 (2.2%)
Антикоагулянтная терапия / Anticoagulant therapy: апиксабан / apixaban ривароксабан / rivaroxaban дабигатран / dabigatran варфарин / warfarin	n (%)	268 (100.0%) 122 (45.5%) 42 (15.7%) 92 (34.3%) 12 (4.5%)
CHA ₂ DS ₂ -VASc, баллы/points	Me (IQR)	2 (2; 3)
HAS-BLED, баллы/points	Me (IQR)	1 (1; 1)

Примечание. Здесь и в табл. 2: ФП – фибрилляция предсердий; ОНМК – острое нарушение мозгового кровообращения; ТИА – транзиторная ишемическая атака; КА – катетерная абляция; ФК – функциональный класс; ХСН – хроническая сердечная недостаточность.

Note. Here and in table 2: AF – atrial fibrillation; ASC – acute cerebrovascular accident; TIA – transient ischemic attack; CA – catheter ablation; FC – functional class; CHF – chronic heart failure.

**Таблица 2.** Сравнительная клиническая характеристика пациентов в группах гибридной (этапной), торакоскопической и катетерной абляции**Table 2.** Comparative clinical characteristics of patients in the group of hybrid (staged) ablation, thoracoscopic ablation and catheter ablation

Характеристика Characteristic		КА KA n = 80	ТА TA n = 126	ГА GA n = 62	p-value
Пол (муж.) / Gender (male)	n (%)	70 (87.5%)	73 (57.9%)	36 (58.1%)	0.101
Возраст, годы / Age, years	Me (IQR)	62 (53; 68.5)	63 (56; 69)	57 (51; 63)	0.094
Форма ФП / Form of FP: персистирующая / persistent длительно персистирующая / long-term persistent	n (%)	34 (42.5%) 46 (57.5%)	58 (46%) 68 (54%)	28 (45.2%) 34 (54.8%)	0.926
Анамнез ФП, годы / History of AF, years	Me (IQR)	3.5 (2; 5)	5 (3; 10)	5 (3; 9)	0.086
ОНМК/ТИА / ASC/TIA	n (%)	2 (2.5%)	10 (7.9%)	0 (0%)	0.224
Сахарный диабет / Diabetes Mellitus	n (%)	4 (5%)	18 (14.3%)	6 (9.7%)	0.305
Гипертоническая болезнь / Hypertension	n (%)	44 (55%)	103 (81.7%)	42 (67.7%)	0.126
Антиаритмическая терапия / Antiarrhythmic therapy: IC	n (%)	72 (90%)	118 (93.7%)	56 (90.3%)	0.577
II		4 (5.0%)	24 (19%)	12 (19.4%)	0.097
III		40 (50%)	58 (46%)	18 (29%)	0.165
IV		36 (45%)	46 (36.5%)	28 (45.2%)	0.499
Антикоагулянтная терапия / Anticoagulant therapy: апиксабан / apixaban	n (%)	0 (0%)	6 (4.8%)	0 (0%)	0.315
ривароксабан / rivaroxaban		38 (95%)	116 (92.1%)	30 (96.8%)	0.767
дабигатран / dabigatran		22 (55%)	50 (39.7%)	14 (45.2%)	0.231
варфарин / warfarin		2 (5%)	12 (9.5%)	5 (16.1%)	0.290
Предшествующие КА / Previous KA	n (%)	13 (32.5%) 1 (2.5%)	46 (36.5%) 8 (6.3%)	10 (32.3%) 1 (3.2%)	0.844 0.719
CHA ₂ DS ₂ -VASC, баллы/points	Me (IQR)	2 (5.0%)	39 (31%)	–	<0.001*
HAS-BLED, баллы/points	Me (IQR)	2 (1; 2)	3 (2; 4)	2 (1; 3)	0.231
	Me (IQR)	1 (0; 1)	1 (1; 1)	0 (0; 1)	0.391



Таблица 3. Сравнительная характеристика показателей, полученных при эхокардиографическом исследовании у пациентов разных групп

Table 3. Comparative characteristics of the indicators obtained during echocardiographic examination in patients of different groups

Характеристика Characteristic		КА KA n = 80	ТА TA n = 126	ГА GA n = 62	p-value
КДО, мл / EDV, ml КСО, мл / ESV, ml КДР, мм / EDd mm КСР, мм / ESd, mm ФВ ЛЖ, % / LVEF, %	Me (IQR))	116.5 (102; 138)	123 (103.5; 148.5)	121 (106; 157)	0.389
	Me (IQR)	42 (35.5; 48.5)	45 (39; 57.5)	50.5 (43.3; 62)	0.071
	Me (IQR)	52 (49.3; 53.8)	52 (50; 56)	51 (49; 56.3)	0.543
	Me (IQR)	33 (31; 35)	34 (32; 37)	34.5 (31; 37.3)	0.083
	mean ± SD	64.2 (±5.3)	62.1 (±6.4)	59.6 (±6.4)	0.078
Переднезадний размер ЛП, мм Anterior-posterior size of the LA, mm	Me (IQR)	40 (38; 44)	42 (39; 47)	44 (41; 49)	0.084
Объем ЛП, мл / Volume of LA, ml: максимальный / maximum минимальный / minimum	Me (IQR)	60 (51.1; 87) 35 (27.3; 49.8)	73.7 (59.7; 93) 40.3 (31; 58)	84.8 (71; 100.3) 57 (42.8; 67.3)	0.003* <0.001*
	ФВ ЛП / LA EF, %	41.7 (40.6; 52.7) 39.8 (32.0; 49.1)	45.3 (42.1; 57.9) 38.2 (29.8; 51.9)	32.8 (28.7; 38.3) 34.8 (31.4; 38.8)	0.065 0.069
ИОЛП / LAVI, мл/м ² Е-волна / E-wave А-волна / A-wave e' a' E/e'	Me (IQR)	68 (55; 82)	60.9 (46.3; 73)	66.7 (52.4; 81)	0.074
	Me (IQR)	54 (49.5; 60.5)	56 (48; 66)	44 (39.3; 53.3)	0.015*
	Me (IQR)	12.6 (9.8; 15)	10.2 (7.2; 13.6)	12.5 (9; 14.6)	0.007*
	Me (IQR)	7.6 (5.9; 10)	7.8 (6; 9.7)	5 (3.9; 7.4)	0.065
	Me (IQR)	6 (4.2; 6.5)	6 (4.5; 8)	6 (4.2; 7.1)	0.065

Примечание. * – статистически значимая разница между группами ($p < 0.05$). КДО – конечный диастолический объем; КСО – конечный систолический объем; КСР – конечный систолический размер; КДР – конечный диастолический размер; ФВ ЛП – фракция выброса левого предсердия; ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка; ЛП – левое предсердие; ФВ ЛП – фракция выброса левого предсердия.

Note. * – statistically significant difference between groups ($p < 0.05$). EDV – end-diastolic volume; ESV – end-systolic volume; ESD – end-systolic dimension; EDD – end-diastolic dimension; LVEF – left ventricular ejection fraction; LA – left atrium; LA EF – left atrial ejection fraction.

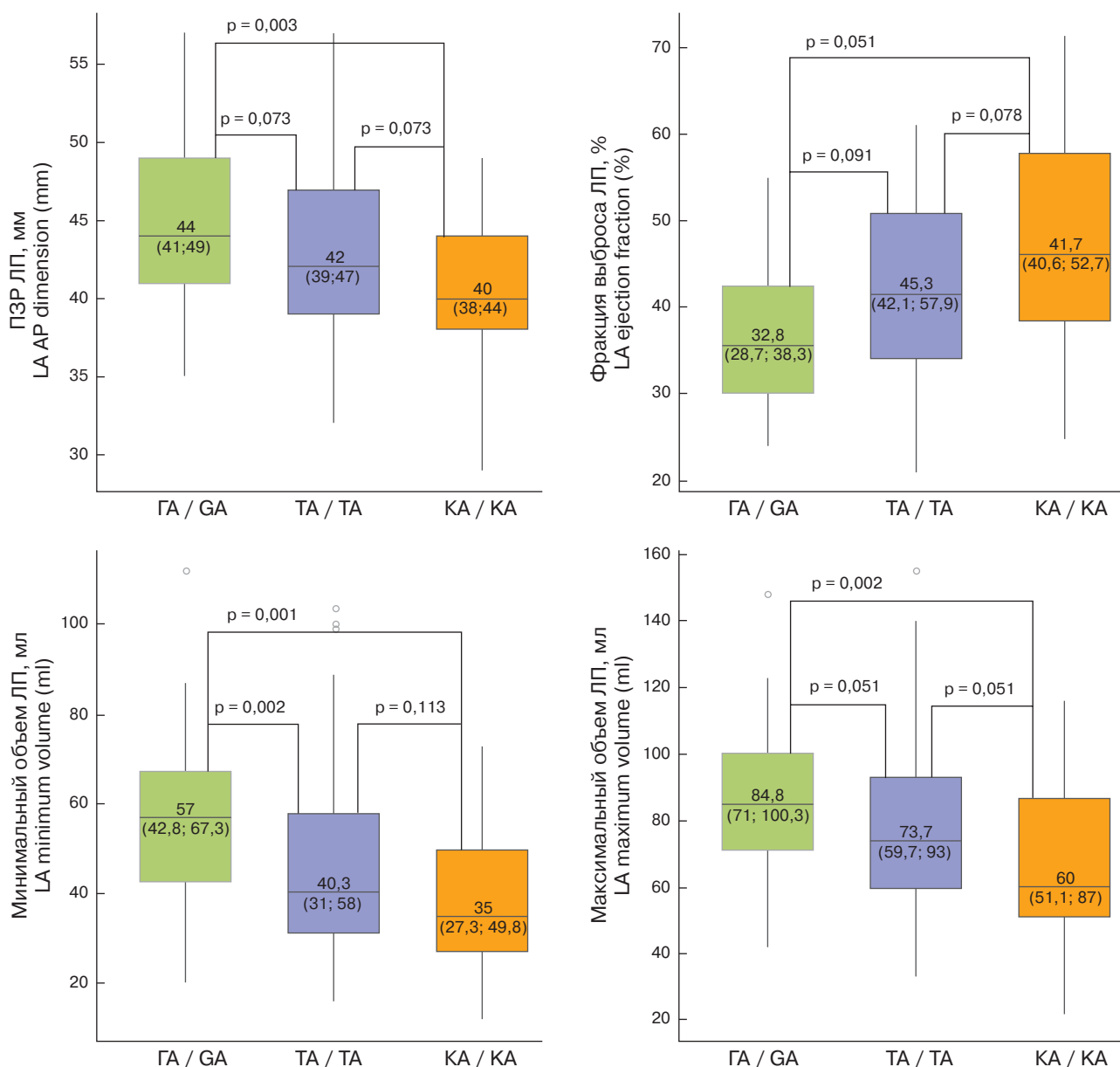
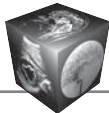


Рис. 2. Показатели переднезаднего размера (ПЗР) ЛП, максимального и минимального объемов ЛП, ФВ ЛП по данным трансторакальной эхокардиографии в группах исследования.

Fig. 2. Indicators of the anterior-posterior size of the left atrium, maximum and minimum volumes of the left atrium, LVEF according to transthoracic echocardiography data in the study groups. *Explanation:* AP – anterior-posterior dimension; LA – left atrium; EF LA – left atrial ejection fraction.

Фракция выброса, или опустошения, ЛП (ФВ ЛП) рассчитывалась на основании данных максимального и минимального объемов ЛП и составила в группе КА 41,7 (40,6; 52,7)%, в группе ТА 45,3 (42,1; 57,9)% и группе ГА 32,8 (28,7; 38,3)% при $p = 0,065$. Статистически достоверных различий между группами по данным ФВ ЛП также не получено (см. рис. 2). Также статистически значимых различий не выявлено для параметра индек-

са объема ЛП (ИОЛП), который составил в группе КА 39,8 мм (32,0; 49,1), в группах ТА и ГА 38,2 мм (29,8; 51,9 мм) и 34,8 мм (31,4; 38,8 мм) соответственно (см. табл. 3).

Статистически значимой разницы в показателях левого желудочка (КДО, КСО, КДР, КСР, ФВ ЛЖ) в различных группах выявлено не было (см. табл. 3). Сравнивая группы пациентов по показателям диастолической функции левого желудочка, мы выя-



вили, что статистически значимо меньшие значения показателя e' выявлены в группе ТА – 10,2 (7,2; 13,6) по сравнению с пациентами, которым была проведена КА $e'=12,6$ (9,8; 15,0) и ГА $e'=12,5$ (9; 14,6) ($p = 0,007$). В табл. 4–6 представлена динамика изменения показателей деформации ЛП в группах КА, ТА и ГА соответственно.

Сравнительный анализ показал, что до проведения абляции резервуарная деформация ЛП была ниже в группе ГА – 13,9 (9,2; 20,8) по сравнению с результатами КА – 18,8 (12,9; 30,6) и ТА – 19,1 (10,2; 26,3), при представлении групповых

показателей значимых отличий установлено не было ($p = 0,191$).

Несмотря на то что до абляции у пациентов группы ГА отмечалась наименьшая деформация ЛП в резервуарную фазу, через 24 мес после процедуры наблюдалось наибольшее улучшение этого показателя, достигшего значения 25,8 (6,1; 27,3). Это может свидетельствовать о постепенном восстановлении механики предсердия у данной группы пациентов в долгосрочном периоде.

После абляции кондуктная функция предсердия заметно увеличивается, особенно в группе КА.

Таблица 4. Динамика изменения показателей деформации левого предсердия по данным speckle-tracking-эхокардиографии в группе катетерной абляции в течение двухлетнего периода наблюдения

Table 4. Dynamics of changes in left atrial deformation parameters according to speckle tracking echocardiography data in the catheter ablation group during a two-year observation period

Показатель Indicator	До операции Before surgery	После операции After surgery	Через 3 мес After 3 months	Через 6 мес After 6 months	Через 12 мес After 12 months	Через 24 мес After 24 months	p- value
Резервуарная фаза Reservoir phase	18.8 (12.9; 30.6)	13.9 (7.5; 19.4)	28.3 (27.4; 28.4)	24.3 (14.7; 27.4)	24.8 (15.1; 28.2)	23.9 (13.9; 26.7)	0.528
Кондуктная фаза Conduit phase	-6.8 (-11.2; -5.7)	-5.3 (-9.9; -2.3)	-8.9 (-10.6; -8.6)	-9.1 (-11.6; -8.7)	-9.4 (-12.4; -8.2)	-9.5 (-12.8; -8.0)	0.048
Контрактивная фаза* Contractile phase*	–	-8.4 (-14.5; -7.1)	-13.3 (-14.3; -10.1)	-14.2 (-15.8; -10.7)	-14.1 (-16.1; -11.2)	-12.1 (-14.9; -10.4)	0.126

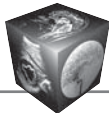
Примечание. Здесь и в табл. 5, 6: * – для пациентов с устойчивым синусовым ритмом.

Note. Here and in table 5, 6: * – for patients with stable sinus rhythm.

Таблица 5. Динамика изменения показателей деформации левого предсердия по данным speckle-tracking-эхокардиографии в группе торакоскопической абляции в течение двухлетнего периода наблюдения

Table 5. Dynamics of changes in left atrial deformation parameters according to speckle-tracking echocardiography data in the thoracoscopic ablation group during a two-year observation period

Показатель Indicator	До операции Before surgery	После операции After surgery	Через 3 мес After 3 months	Через 6 мес After 6 months	Через 12 мес After 12 months	Через 24 мес After 24 months	p- value
Резервуарная фаза Reservoir phase	19.1 (10.2; 26.3)	13 (7.6; 21.2)	16.1 (8.6; 22.3)	17.2 (13.4; 24)	15.4 (13.3; 20.7)	16.7 (13.1; 22.7)	0.104
Кондуктная фаза Conduit phase	-3.1 (-7.0; -0.8)	-3.8 (-7.5; -0.9)	-4.6 (-8.1; -2.3)	-6.6 (-8.9; -3.9)	-5.2 (-8.1; -3.3)	-6.1 (-8.6; -3.6)	0.498
Контрактивная фаза* Contractile phase*	–	-10.1 (-15.2; -5.3)	-10.8 (-15.0; -6.4)	-11.1 (-14.9; -7)	-12.2 (-14.1; -8.1)	-12.5 (-14.4; -8.4)	0.564

**Таблица 6.** Динамика изменения показателей деформации левого предсердия по данным speckle-tracking-эхокардиографии в группе гибридного лечения в течение двухлетнего периода наблюдения**Table 6.** Dynamics of changes in left atrial deformation indices according to speckle-tracking echocardiography data in the hybrid treatment group during a two-year observation period

Показатель Indicator	До операции Before surgery	После операции After surgery	Через 3 мес After 3 months	Через 6 мес After 6 months	Через 12 мес After 12 months	Через 24 мес After 24 months	p- value
Резервуарная фаза Reservoir phase	19.1 (10.2; 26.3)	13 (7.6; 21.2)	16.1 (8.6; 22.3)	17.2 (13.4; 24)	15.4 (13.3; 20.7)	16.7 (13.1; 22.7)	0.104
Конduitная фаза Conduit phase	-3.1 (-7.0; -0.8)	-3.8 (-7.5; -0.9)	-4.6 (-8.1; -2.3)	-6.6 (-8.9; -3.9)	-5.2 (-8.1; -3.3)	-6.1 (-8.6; -3.6)	0.498
Контрактивная фаза* Contractile phase*	—	-10.1 (-15.2; -5.3)	-10.8 (-15.0; -6.4)	-11.1 (-14.9; -7)	-12.2 (-14.1; -8.1)	-12.5 (-14.4; -8.4)	0.564

Таблица 7. Оценка эффективности различных методов фибрилляции предсердий в различные периоды времени**Table 7.** Evaluation of the effectiveness of different methods of atrial fibrillation at different time periods

Время, мес Time, months	Все пациенты All patients (n = 268)	ГА GA (n = 62)	ТА TA (n = 126)	КА KA (n = 80)
3	97.5% [95.3; 99.7]	100% [100; 100]	100% [100; 100]	96% [92.7; 99.5]
6	90.9% [86.9; 95]	95% [88.5; 100]	90.3% [80.5; 100]	89.7% [84.5; 95.2]
12	83.8% [78.8; 89.1]	95% [88.5; 100]	74.2% [60.3; 91.3]	82.5% [76.2; 89.4]
24	81.2% [75.9; 86.9]	95% [88.5; 100]	71% [56.7; 88.9]	79.4% [72.6; 86.8]
36	81.2% [75.9; 86.9]	95% [88.5; 100]	71% [56.7; 88.9]	79.4% [72.6; 86.8]

Это может указывать на то, что в этой группе определяются наиболее благоприятные условия для восстановления нормальной предсердной гемодинамики.

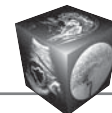
В отдаленном периоде наблюдения восстановление сократительной функции ЛП более выражено в группе КА, чем после ТА или ГА, что может свидетельствовать о наиболее выраженном восстановлении сократительной функции ЛП в долгосрочной перспективе.

Общая эффективность абляции составила 81,2% при среднем периоде наблюдения 27,8 мес ($\pm 12,4$ мес). За два года наблюдения наилучшие результаты в виде свободы от тахикардий были зафиксированы в группе ГА (95,0%), в то время как в группах ТА и КА этот показатель составил 71,0 и 79,4% соответственно (табл. 7).

Обсуждение

Результаты нашего исследования демонстрируют, что ГА обеспечивает наиболее высокую эффективность в лечении непароксизмальной ФП по сравнению с КА и ТА. Эти данные согласуются с результатами ряда исследований, подчеркивающих преимущества гибридного подхода, особенно у пациентов с длительно существующей персистирующей ФП и увеличенным ЛП [10, 13].

В то время как КА является широко распространенным методом лечения ФП, ее эффективность снижается у пациентов с более сложными формами заболевания, такими как длительно существующая персистирующая ФП [6]. ТА, хотя и может быть более эффективной в достижении свободы от аритмии у этой группы пациентов, сопряжена с более высоким риском осложнений



и более длительным периодом восстановления [9, 14].

Метаанализ, включающий в себя 6 рандомизированных контролируемых исследований, показал, что КА была связана с более частыми рецидивами предсердных аритмий по сравнению с ТА, но была связана с меньшим количеством общих серьезных неблагоприятных событий [8]. В анализе подгрупп КА была связана с увеличением рецидивов ФП при рефрактерной пароксизмальной ФП по сравнению с ТА, но не при персистирующей ФП.

В известном исследовании 2021 г. CASA-AF авторы не нашли никаких доказательств, позволяющих предположить, что результаты ТА в отдельности превосходят результаты КА в достижении свободы от предсердной аритмии после одной процедуры без антиаритмических препаратов [15]. Более того, ТА была связана с более длительным пребыванием в больнице, меньшим улучшением качества жизни и более высокими расходами на здравоохранение, чем КА.

Однако ГА, сочетающая в себе преимущества обоих подходов, позволяет достичь более полной абляции аритмогенного субстрата в предсердиях [10]. Хирургический компонент ГА обеспечивает доступ к эпикардиальным структурам, недоступным для КА, таким как ганглионарные сплетения и эпикардиальные волокна, в то время как катетерный компонент позволяет выполнить прицельную абляцию эндокардиальных зон интереса и верифицировать блокаду легочных вен [16].

В исследовании С. Yu и соавт. (2024) авторы изучали эффективность биатриальной ГА и КА у пациентов с непароксизмальными формами ФП и увеличенным ЛП и получили результаты, подтверждающие большую эффективность ГА, чем КА, у пациентов данной группы [6].

В исследовании CEASE-AF сравнивали результаты ГА по сравнению с КА, в том числе повторной, у пациентов с персистирующей и длительно персистирующей ФП. Первичная эффективность составила 71,6% в ГА против 39,2% в КА, без значительного увеличения риска процедуры [17].

В исследовании H.R. Khan у всех пациентов после абляции отмечалось уменьшение объемных показателей ЛП, однако в группе с сохранением синусового ритма произошло улучшение показателей функции ЛП во всех трех фазах, при этом сократительная деформация ЛП через 3 мес была наиболее важным фактором, определяющим рецидив ФП после абляции [7]. Это подчеркивает важность оценки функции ЛП как предиктора успеха абляции и как маркера ремоделирования предсердий после процедуры.

В работе, исследующей функцию ЛП после ТА у пациентов с пароксизмальной формой ФП, авторы отметили улучшение показателей деформации ЛП [18].

Ряд исследований продемонстрировал, что пиковая деформация ЛП является независимым предиктором фиброза ЛП [19–21]. В исследовании с участием 1025 пациентов было показано, что снижение пиковой деформации ниже 12,5% являлось предиктором рецидива ФП с чувствительностью 80% и специфичностью 87% [22]. В другом исследовании авторы продемонстрировали, что высокие показатели деформации и скорости деформации ЛП после процедуры КА являются прогностически благоприятными факторами поддержания синусового ритма после операции [23].

Полученные результаты позволяют предположить, что ГА может быть оптимальным методом лечения для пациентов с непароксизмальной ФП, особенно при наличии факторов, снижающих эффективность КА, таких как длительно существующая персистирующая ФП, увеличение ЛП и выраженный фиброз предсердий.

Заключение

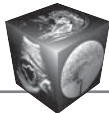
Прогрессивное улучшение резервуарной функции ЛП после процедуры гибридного лечения ФП и тенденция к изменению показателей кондуктивной и контрактильной функций ЛП после процедур катетерной абляции по результатам speckle-tracking-эхокардиографии свидетельствуют о различных влияниях на функциональное состояние миокарда ЛП в зависимости от применяемого метода абляции.

Исходя из представленных результатов исследования следует отметить, что анализ деформации ЛП может являться информативным методом для оценки функционального состояния предсердий после абляции, позволяющим объективно сравнивать эффективность различных лечебных подходов. Однако необходимы последующие исследования для подтверждения этих результатов и определения оптимальной стратегии применения гибридной абляции в клинической практике исключительно в отношении непароксизмальных форм ФП.

Участие авторов

Кадырова М. – концепция и дизайн исследования, проведение исследования, ответственность за целостность всех частей статьи.

Ялова Е.В. – проведение исследования, сбор и обработка данных, обзор публикаций по теме статьи, написание текста, анализ и интерпретация полученных данных.



Ярош М.В. – сбор и обработка данных, обзор публикаций по теме статьи, участие в научном дизайне.

Стребкова Е.Д. – концепция и дизайн исследования, обзор публикаций по теме статьи, написание текста, анализ и интерпретация полученных данных, ответственность за целостность всех частей статьи.

Ревишвили А.Ш. – утверждение окончательного варианта статьи, участие в научном дизайне.

Authors' participation

Kadyrova M. – concept and design of the study, conducting research, responsibility for the integrity of all parts of the article.

Yalova E.V. – conducting research, collection and analysis of data, review of publications, writing text, analysis and interpretation of the obtained data.

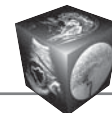
Yarosh M.V. – collection and analysis of data, review of publications, participation in scientific design.

Strebkova E.D. – concept and design of the study, review of publications, writing text, analysis and interpretation of the obtained data, responsibility for the integrity of all parts of the article.

Revishvili A.Sh. – approval of the final version of the article, participation in scientific design.

Список литературы [References]

1. Chugh S.S., Havmoeller R., Narayanan K. et al. Worldwide epidemiology of atrial fibrillation: a Global Burden of Disease 2010 Study. *Circulation*. 2014; 129 (8): 837–847. <http://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.113.005119>
2. Аракелян М.Г., Бокерия Л.А., Васильева Е.Ю., Голицын С.П., Голухова Е.З., Горев М.В., Давтян К.В., Драпкина О.М., Кропачева Е.С., Кучинская Е.А., Лайович Л.Ю., Миронов Н.Ю., Мишина И.Е., Панченко Е.П., Ревишвили А.Ш., Рзаев Ф.Г., Татарский Б.А., Уцумева М.Д., Шахматова О.О., Шлевков Н.Б., Шпектор А.В., Андреев Д.А., Артюхина Е.А., Барбараш О.Л., Галявич А.С., Дупляков Д.В., Зенин С.А., Лебедев Д.С., Михайлов Е.Н., Новикова Н.А., Попов С.В., Филатов А.Г., Шляхто Е.В., Шубик Ю.В. Фибрилляция и трепетание предсердий. Клинические рекомендации 2020. *Российский кардиологический журнал*. 2021; 26 (7): 4594. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2021-4594>
Arakelyan M.G., Bockeria L.A., Vasilieva E.Yu. et al. 2020 Clinical guidelines for Atrial fibrillation and atrial flutter. *Russian Journal of Cardiology*. 2021; 26 (7): 4594. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2021-4594> (In Russian)
3. Van Gelder I.C., Rienstra M., Bunting K.V. et al.; ESC Scientific Document Group. 2024 ESC Guidelines for the management of atrial fibrillation developed in collaboration with the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). *Eur. Heart J.* 2024; 45 (36): 3314–3414. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehae176>
4. Lafuente-Lafuente C., Mouly S., Long s-Tejero M.A. et al. Antiarrhythmic drugs for maintaining sinus rhythm after cardioversion of atrial fibrillation: a systematic review of randomized controlled trials. *Arch. Intern. Med.* 2006; 166 (7): 719–728. <https://doi.org/10.1001/archinte.166.7.719>
5. Calkins H., Hindricks G., Cappato R. et al. 2017 HRS/EHRA/ECAS/APHRS/SOLAECE expert consensus statement on catheter and surgical ablation of atrial fibrillation. *Heart Rhythm*. 2017; 14 (10): e275–e444. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2017.05.012>
6. Yu C., Li H., Zeng Z. et al. Hybrid Biatrial Ablation Versus Catheter Ablation for Patients With Nonparoxysmal Atrial Fibrillation and Enlarged Left Atrium. *Innovations (Phila)*. 2024; 19 (5): 511–519. <https://doi.org/10.1177/15569845241275161>
7. Khan H.R., Yakupoglu H.Y., Kralj-Hans I. et al.; CASA AF Investigators. Left Atrial Function Predicts Atrial Arrhythmia Recurrence Following Ablation of Long-Standing Persistent Atrial Fibrillation. *Circ. Cardiovasc. Imaging*. 2023; 16 (6): e015352. <https://doi.org/10.1161/CIRCIMAGING.123.015352>
8. Rattanawong P., Kanitsoraphan C., Kewcharoen J. et al. Surgical versus catheter ablation in atrial fibrillation: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *J. Cardiovasc. Electrophysiol.* 2022; 33 (10): 2152–2163. <https://doi.org/10.1111/jce.15617>
9. Kim H.J., Kim J.S., Kim T.S. Epicardial thoracoscopic ablation versus endocardial catheter ablation for management of atrial fibrillation: a systematic review and meta-analysis. *Interact. Cardiovasc. Thorac. Surg.* 2016; 22 (6): 729–737. <https://doi.org/10.1093/icvts/ivw027>
10. van der Heijden C.A.J., Webernd rfer V., Vroomen M. et al. Hybrid Ablation Versus Repeated Catheter Ablation in Persistent Atrial Fibrillation: A Randomized Controlled Trial. *JACC Clin. Electrophysiol.* 2023; 9 (7, Pt 2): 1013–1023. <https://doi.org/10.1016/j.jacep.2022.12.011>
11. Ревишвили А.Ш., Стребкова Е.Д., Артюхина Е.А., Малышенко Е.С., Новиков М.А., Кадырова М. Эффективность торакоскопического лечения непароксизмальных форм фибрилляции предсердий. *Вестник аритмологии*. 2023; 30 (3): 23–31. <https://doi.org/10.35336/VA-1160>
Revishvili A.Sh., Strebkova E.D., Artyukhina E.A. et al. The effectiveness of thoracoscopic treatment of non-paroxysmal atrial fibrillation. *Journal of Arrhythmology*. 2023; 30 (3): 23–31. <https://doi.org/10.35336/VA-1160> (In Russian)
12. Стребкова Е.Д., Ревишвили А.Ш., Малышенко Е.С., Артюхина Е.А., Попов В.А., Новиков М.А., Ялова Е.В., Бондурко К.Э., Кармазановский Г.Г., Кадырова М. Отдаленные результаты торакоскопического лечения фибрилляции предсердий. *Вестник аритмологии*. 2023; 30 (2): 59–69. <https://doi.org/10.35336/VA-2023-2-08>
Strebkova E.D., Revishvili A.Sh., Malishenko E.S. et al. Long-term outcomes of thoracoscopic ablation for atrial fibrillation. *Journal of Arrhythmology*. 2023; 30 (2): 59–69. <https://doi.org/10.35336/VA-2023-2-08> (In Russian)
13. Yi S., Liu X., Wang W. et al. Thoracoscopic surgical ablation or catheter ablation for patients with atrial fibrillation? A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Interact. Cardiovasc. Thorac. Surg.* 2020; 31 (6): 763–773. <https://doi.org/10.1093/icvts/ivaa203>
14. Wang T.K.M., Liao Y.B., Wang M.T.M., Martin A. Catheter vs thoracoscopic ablation for atrial fibrillation: Meta-analysis of randomized trials. *J. Arrhythm.* 2020; 36 (4): 789–793. <https://doi.org/10.1002/joa3.12394>
15. Haldar S., Khan H.R., Boyalla V. et al. Thoracoscopic surgical ablation versus catheter ablation as first-line



- treatment for long-standing persistent atrial fibrillation: the CASA-AF RCT. *Southampton (UK): NIHR J. Library.* 2021; 8 (18). <https://doi.org/10.3310/eme08180>. PMID: 34726873
16. Baudo M., Petrucci R.D., D'Alonzo M. et al. Rhythm outcomes of minimally-invasive off-pump surgical versus catheter ablation in atrial fibrillation: A meta-analysis of reconstructed time-to-event data. *Int. J. Cardiol.* 2023; 376: 62–75. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2023.02.008>
 17. Doll N., Weimar T., Kosior D.A. et al. Efficacy and safety of hybrid epicardial and endocardial ablation versus endocardial ablation in patients with persistent and longstanding persistent atrial fibrillation: a randomised, controlled trial. *EClinicalMedicine.* 2023; 61: 102052. <https://doi.org/10.1016/j.eclim.2023.102052>
 18. La Meir M., Gelsomino S., Luc F. et al. Improvement of left atrial function and left atrial reverse remodeling after minimally invasive radiofrequency ablation evaluated by 2-dimensional speckle tracking echocardiography. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2013; 146 (1): 72–77. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2012.05.068>
 19. Makino N., Nishino M., Lee Y. et al. Left Atrial Appendage Morphology Determined by Computed Tomography Can Predict High Risk Patient for Embolism with Atrial Fibrillation. *J. Arrhythm.* 2011; 27. PJ3_081. https://doi.org/10.4020/jhrs.27.PJ3_081
 20. Lee Y., Park H.C., Lee Y., Kim S.G. Comparison of Morphologic Features and Flow Velocity of the Left Atrial Appendage Among Patients With Atrial Fibrillation Alone, Transient Ischemic Attack, and Cardioembolic Stroke. *Am. J. Cardiol.* 2017; 119 (10): 1596–1604. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2017.02.016>
 21. Siebermair J., Suksaranjit P., McGann C.J. et al. Atrial fibrosis in non-atrial fibrillation individuals and prediction of atrial fibrillation by use of late gadolinium enhancement magnetic resonance imaging. *J. Cardiovasc. Electrophysiol.* 2019; 30 (4): 550–556. <https://doi.org/10.1111/jce.13846>
 22. Fonseca A.C., Alves P., In cio N. et al. Patients With Undetermined Stroke Have Increased Atrial Fibrosis: A Cardiac Magnetic Resonance Imaging Study. *Stroke.* 2018; 49 (3): 734–737. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.117.019641>
 23. Schneider C., Malisius R., Krause K. et al. Strain rate imaging for functional quantification of the left atrium: atrial deformation predicts the maintenance of sinus rhythm after catheter ablation of atrial fibrillation. *Eur. Heart J.* 2008; 29 (11): 1397–1409. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehn168>

Для корреспонденции*: Ялова Евгения Владиславовна – e-mail: zhenya-yalovaa@yandex.ru

Кадырова Мадина – канд. мед. наук, заведующая отделением ультразвуковой диагностики ФГБУ “Национальный медицинский исследовательский центр хирургии им. А.В. Вишневского” Минздрава России, Москва. <https://orcid.org/0000-0001-8231-6866>

Ялова Евгения Владиславовна – младший научный сотрудник отделения ультразвуковой диагностики ФГБУ “Национальный медицинский исследовательский центр хирургии им. А.В. Вишневского” Минздрава России, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-9409-5164>

Ярош Марк Вадимович – ординатор 2-го года отделения ультразвуковой диагностики ФГБУ “Национальный медицинский исследовательский центр хирургии им. А.В. Вишневского” Минздрава России, Москва. <https://orcid.org/0009-0005-7502-268X>

Стребкова Елизавета Дмитриевна – канд. мед. наук, научный сотрудник отделения аритмологии ФГБУ “Национальный медицинский исследовательский центр хирургии им. А.В. Вишневского” Минздрава России, Москва. <https://orcid.org/0000-0001-5837-7255>

Ревишвили Амиран Шотаевич – академик РАН, доктор мед. наук, профессор, генеральный директор ФГБУ “Национальный медицинский исследовательский центр хирургии им. А.В. Вишневского” Минздрава России; заведующий кафедрой ангиологии, сердечно-сосудистой, эндоваскулярной хирургии и аритмологии имени академика А.В. Покровского ФГБОУ ДПО “Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования” Минздрава России, Москва. <https://orcid.org/0000-0003-1791-9163>

Contact*: Evgeniya V. Yalova – e-mail: zhenya-yalovaa@yandex.ru

Madina Kadyrova – Cand. of Sci. (Med.), Head of the Ultrasound Diagnostics Department, A.V. Vishnevsky National Medical Research Center of Surgery of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow. <https://orcid.org/0000-0001-8231-6866>

Evgeniya V. Yalova – Junior Researcher, Ultrasound Diagnostics Department, A.V. Vishnevsky National Medical Research Center of Surgery of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-9409-5164>

Mark V. Yarosh – resident 2 years at the Ultrasound Diagnostics Department, A.V. Vishnevsky National Medical Research Center of Surgery of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow. <https://orcid.org/0009-0005-7502-268X>

Elizaveta D. Strebkova – Cand. of Sci. (Med.), Researcher at the Department of Electrophysiological and Endovascular Image-guided Methods of Diagnosis and Treatment of Arrhythmias, A.V. Vishnevsky National Medical Research Center of Surgery of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow. <https://orcid.org/0000-0001-5837-7255>

Amiran Sh. Revishvili – Academician of the Russian Academy of Sciences, Doct. of Sci. (Med.), Professor, General Director of the Federal State Budgetary Educational Institution A.V. Vishnevsky National Medical Research Center of Surgery of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation; Head of the Department of Angiology, Cardiovascular, Endovascular Surgery and Arrhythmology named after Academician A.V. Pokrovsky, Russian Medical Academy of Continuous Professional Education of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow. <https://orcid.org/0000-0003-1791-9163>