

© Л.А. БОКЕРИЯ, А.К. ТУРДУБАЕВ, А.В. СЕРГЕЕВ, 2016
© АННАЛЫ АРИТМОЛОГИИ, 2016

УДК 616.12-008.313.2:616.125.2-073-43

DOI: 10.15275/annaritmol.2016.2.2

СТРУКТУРНОЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ РЕМОДЕЛИРОВАНИЕ ПРЕДСЕРДИЙ У ПАЦИЕНТОВ ПОСЛЕ КАТЕТЕРНОЙ И ХИРУРГИЧЕСКОЙ АБЛАЦИИ ФИБРИЛЛЯЦИИ ПРЕДСЕРДИЙ

Тип статьи: обзорная статья

Л.А. Бокерия, А.К. Турдубаев, А.В. Сергеев

ФГБУ «Научный центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева» (директор – академик РАН и РАМН Л.А. Бокерия) Минздрава России, Рублевское шоссе, 135, Москва, 121552, Российская Федерация

Бокерия Лео Антонович, доктор мед. наук, профессор, академик РАН и РАМН, директор Центра
Сергеев Алексей Викторович, канд. мед. наук, науч. сотр.

Турдубаев Абай Кубанычбекович, аспирант, E-mail: abai.turdubaev@gmail.com

Фибрилляция предсердий (ФП) остается самой распространенной наджелудочковой аритмией, которая встречается у 1,5–2,0% всей популяции. Заболеваемость ФП увеличилась на 13% за последние два десятилетия. Современное лечение ФП включает в себя медикаментозную терапию, катетерную радиочастотную абляцию и различные модификации операции «Лабиринт». Целью данной обзорной статьи было оценить возможности ремоделирования предсердий по данным мировой литературы. Для этого был проведен поиск опубликованных статей в медицинских базах данных Medline, Web of Science, PubMed, Cochrane Central Register of Controlled Trials. В результате анализа на первом этапе были выделены 25 статей из 456. Проведенные исследования демонстрируют, что после катетерной абляции и операции «Лабиринт» у пациентов с ФП отмечается уменьшение объема левого предсердия, улучшение сократительной функции предсердий в виде увеличения предсердного вклада, восстановление синусового ритма. При отсутствии рецидивов ФП и постоперационных предсердных аритмий в раннем и позднем послеоперационных периодах у части пациентов отмечается выраженное ремоделирование предсердий. Все данные были подтверждены с помощью эхокардиографии, компьютерной и магнитно-резонансной томографии до и после операций.

Ключевые слова: ремоделирование предсердий; операция «Лабиринт»; фибрилляция предсердий; катетерная радиочастотная абляция.

STRUCTURAL AND FUNCTIONAL ATRIAL REMODELING IN PATIENTS AFTER CATHETER AND SURGICAL ABLATION OF ATRIAL FIBRILLATION

L.A. Bockeria, A.K. Turdubaev, A.V. Sergeev

A.N. Bakoulev Scientific Center for Cardiovascular Surgery, Rublevskoe shosse, 135, Moscow, 121552, Russian Federation

Bockeria Leo Antonovich, MD, PhD, DSc, Professor, Academician of RAS and RAMS, Director of the Center
Sergeev Aleksey Viktorovich, MD, PhD, Research Associate

Turdubaev Abay Kubanychbekovich, MD, Postgraduate, E-mail: abai.turdubaev@gmail.com

Atrial fibrillation (AF) is the most common supraventricular arrhythmia which occurs in 1.5–2.0% of population. Morbidity of AF increased by 13% over the past two decades. Modern treatment of AF includes drug therapy, catheter radiofrequency ablation and various modifications of Cox Maze operations. The purpose of this review was to assess the atrial remodeling according to world literature. This involved a search of published articles in Medline, Web of Science, PubMed, Cochrane Central Register of Controlled Trials medical databases. During the primary stage of analysis 25 articles of 456 were identified. The researches carried out demonstrate that after catheter ablation and Cox Maze operation in patients with atrial fibrillation left atrium volume decrease, atrial contractile function improvement and sinus rhythm restoration are observed. In the absence of AF recurrence and postoperative atrial arrhythmias in early and late postoperative periods in some patients atrial remodeling is expressed. All data were confirmed by echocardiography, computer tomography and magnetic resonance imaging studies both before and after surgery.

Keywords: atrial remodeling; Maze procedure; atrial fibrillation; catheter ablation.

Введение

Фибрилляция предсердий (ФП) остается самой распространенной наджелудочковой аритмией, которая встречается у 1,5–2,0% всей популяции [1]. Заболеваемость ФП увеличилась на 13% за последние два десятилетия [2]. Кроме того, при ФП риск развития инсульта увеличивается в 5 раз, а риск возникновения застойной сердечной недостаточности повышается в 3 раза [3–5]. Современное лечение ФП включает в себя медикаментозную терапию, катетерную радиочастотную абляцию [6–8] и различные модификации операции «Лабиринт» [9–12].

Целью данной обзорной статьи была оценка возможности ремоделирования предсердий по данным мировой литературы. Для этого был проведен поиск статей, опубликованных в медицинских базах данных Medline, Web of Science, PubMed, Cochrane Central Register of Controlled Trials с ключевыми словами: «ремоделирование предсердий», «операция «Лабиринт», «фибрилляция предсердий», «катетерная радиочастотная абляция», «atrial remodeling», «Maze», «atrial fibrillation», «catheter ablation», «magnetic resonance imaging». В результате на первичном этапе были выделены 25 статей из 456. После тщательного анализа были отобраны 6 научных статей с различными методами оценки ремоделирования левого предсердия (ЛП).

Катетерная абляция

По данным обновленного регистра по методам эффективной и безопасной катетерной абляции ФП, опубликованного в 2010 г., эффективность катетерной абляции составила 55–77% [13–15]. В метаанализе, в который были включены 869 пациентов из 192 исследований, оценивалось влияние катетерной абляции на размеры, объем и функцию левого предсердия. В результате исследования выяснилось, что у пациентов после радиочастотной катетерной абляции наблюдается значительное уменьшение размеров и объема левого предсердия, при этом отсутствует влияние на саму функцию ЛП [16, 17].

R.S. Oakes et al. в 2009 г. опубликовали статью, где 81 пациенту была выполнена операция катетерной абляции антральной части легочных вен. Больные были разделены на две группы: 41 пациент с пароксизмальной формой ФП и 40 – с персистирующей. Для достижения максимального эффекта и более четкой визуализации активности в ЛП при абляции авторы использова-

ли электроанатомическое картирование с помощью системы CARTOMERGE (Biosense Webster, США) и навигационную систему CARTO 3D. При появлении симптомов аритмии для ее регистрации пациенты пользовались специальными мониторами. Для подтверждения отсутствия эпизодов фибрилляции предсердий или трепетания предсердий больным проводили мониторинг электрокардиограммы (ЭКГ) по Холтеру в течение 8 сут через 3, 6 и 12 мес. Оценка структурного ремоделирования левого предсердия проводилась с помощью магнитно-резонансной томографии (МРТ). В результате сравнения с данными, полученными перед абляцией, у 43 пациентов уменьшение объема ЛП составило $8 \pm 4,2\%$, у 30 больных – $21,3 \pm 5,8\%$, у 8 – $50,1 \pm 15,4\%$. Таким образом, авторы отметили, что МРТ является информативным методом для определения тактики лечения и оценки процессов ремоделирования предсердий (рис. 1) [18].

C. McGann et al. [19] в 2014 г. опубликовали оригинальную статью, где оценивалось структурное ремоделирование левого предсердия после катетерной абляции. В исследование были включены 426 больных (исследуемая группа) и 21 человек без ФП (контрольная группа). Пациенты исследуемой группы были подразделены на четыре подгруппы в зависимости от процента фиброзных изменений левого предсердия после катетерной абляции: 1-я подгруппа – менее 10%, 2-я подгруппа – от 10 до 20%, 3-я подгруппа – от 20 до 30%, 4-я подгруппа – от 30% (рис. 2). Всего были проанализированы 386 пациентов (91%) с адекватными данными МРТ. После катетерной абляции ритм оценивали по холтеровскому мониторингу ЭКГ, который регистрировали на протяжении 8 сут через 3, 6 и 12 мес. У 123 больных (31,9%) выявлен рецидив ФП в течение 1-го года после радиочастотной абляции. Для оценки структурного ремоделирования левого предсердия всем пациентам была выполнена МРТ, а 10 больным – хирургическая биопсия. В результате исследования авторы отметили структурное ремоделирование левого предсердия (от 30%) у 133 (34,5%) пациентов в 1-й подгруппе, у 140 (36,3%) – во 2-й подгруппе, у 71 (18,4%) – в 3-й подгруппе и у 42 (10,9%) – в 4-й подгруппе [19].

K. Nanazawa et al. в 2015 г. провели исследование ремоделирования левого предсердия после катетерной радиочастотной абляции, в котором 44 пациентам (средний возраст 64 года) проводили мультиспиральную компьютерную томографию (МСКТ) сердца до и после проце-

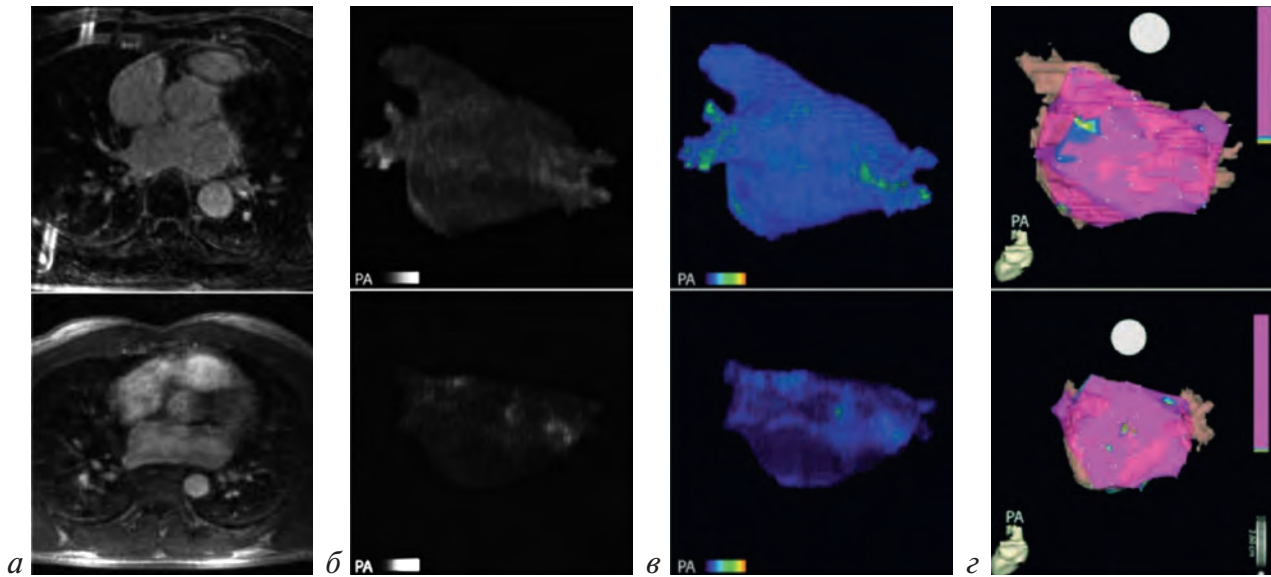


Рис. 1. Магнитно-резонансные томограммы двух пациентов (верхний и нижний ряды) с умеренным структурным ремоделированием:

а – коаксиальный срез; *б* – трехмерная реконструкция; *в* – цветная магнитно-резонансная модель; *г* – электроанатомическая карта иллюстрирует успешное изолирование антральной части легочных вен (светло-розовым цветом отмечены клетки без изменений, темно-розовым – атипичные)

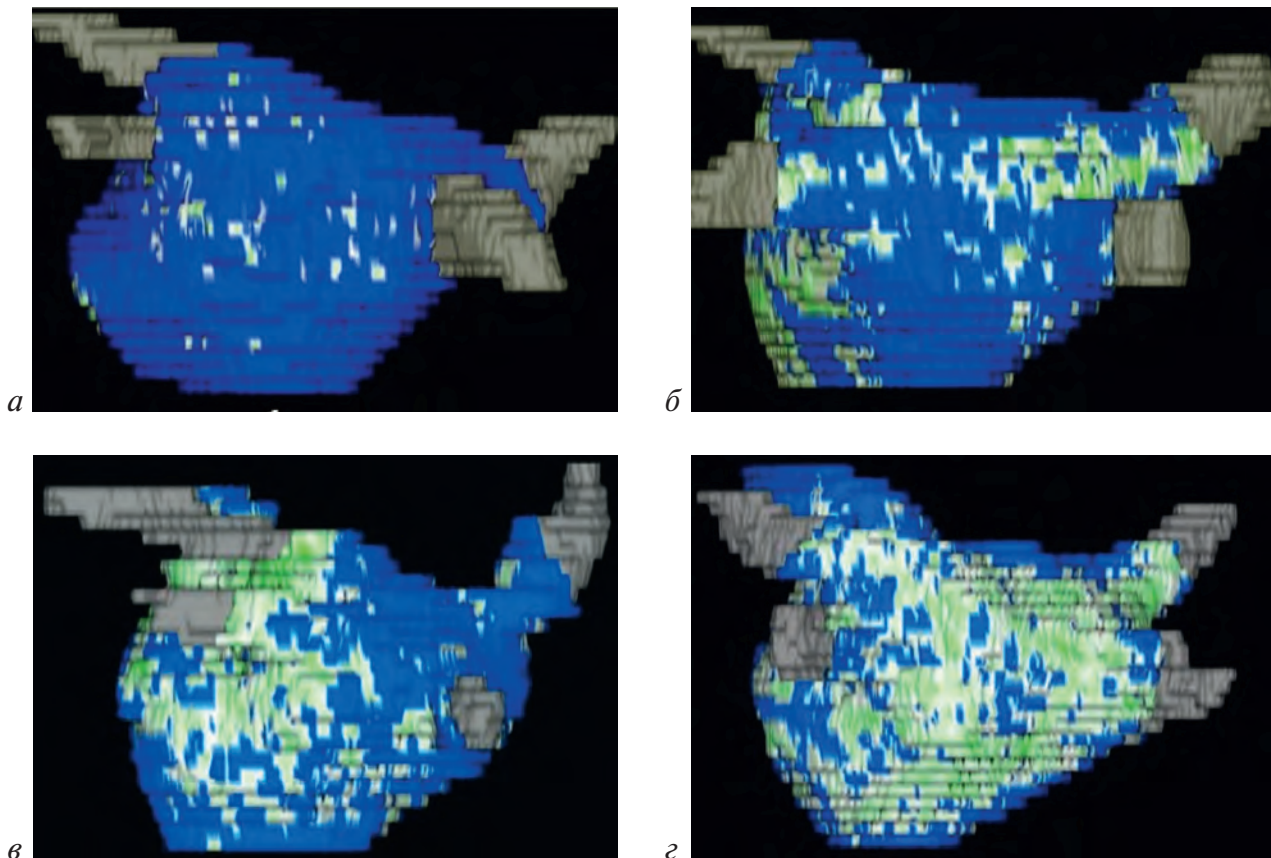


Рис. 2. Четыре стадии структурного ремоделирования левого предсердия (ЛП) с помощью трехмерной МРТ с использованием гадолиния. Синим цветом отмечены стенки ЛП без изменений, зеленым – структурное ремоделирование ЛП, серым – легочные вены:

а – 1-я подгруппа (менее 10%); *б* – 2-я подгруппа (от 10 до 20%); *в* – 3-я подгруппа (от 20 до 30%); *г* – 4-я подгруппа (от 30%)

дуры радиочастотной абляции. У 31 (70%) больного сохранялся синусовый ритм в течение все-

го исследования (безрецидивная группа), у остальных 13 (30%) пациентов были рецидивы

(рецидивирующая группа). По данным исследования наблюдается уменьшение объемов ЛП при сравнении безрецидивной группы с рецидивирующей: максимальный индекс объема составил 57 (47, 64) против 62 (55, 74) мл/м² соответственно, минимальный — 41 (33, 51) против 50 (46, 64) мл/м² соответственно. Авторы показали существенное ремоделирование левого предсердия (уменьшение объема, улучшение сократительной функции в виде увеличения предсердного вклада) у 31 пациента, которые входили в безрецидивную группу [20, 21].

Однако в современной кардиологии существует неудовлетворенность результатами катетерной абляции фибрилляции предсердий [22, 23]. Чаще всего причиной рецидивов является восстановление проведения с муфт легочных вен, нетрансмуральные линии в области крыши левого предсердия и левого перешейка. Также имеет значение длительность аритмии, размер ЛП [24] и выбор источника энергии [13, 22, 25]. В связи с этим ежегодно возрастает количество пациентов, которым проводится операция «Лабиринт» [26]. Эффективность оперативного вмешательства в течение 15 лет достигает 65–95% [27, 28]. Благодаря высоким показателям эффективности на сегодняшний день операция «Лабиринт» считается «золотым стандартом» при лечении ФП [29–31].

Хирургическая абляция

Как правило, после хирургического лечения ФП у пациентов восстанавливается синусовый ритм [32, 33], отмечается значительное улучшение [34–36]. Известно, что после оперативного вмешательства в сердце происходит ряд электрофизиологических и структурных изменений [37].

В исследование, проведенное A. Magui et al. в 2008 г. [38], были включены 74 пациента с ФП и увеличенными размерами левого предсердия (диаметр от 60 мм), которым выполнили операцию «Лабиринт» в сочетании с операцией на митральном клапане. Оценивали максимальный объем ЛП и его механическую функцию (насосная, резервуарная и кондуктивная функции), которые были рассчитаны с помощью магнитно-резонансной томографии. Полученные результаты подверглись поэтапному анализу для оценки геометрии и функции левого предсердия.

Мультивариационный анализ показал, что резекция левого предсердия в сочетании с операцией «Лабиринт» и послеоперационным восстановлением синусового ритма являются доминирующими независимыми факторами в после-

операционном изменении геометрии ЛП и его механической функции.

Среди 58 пациентов после операции с восстановленным синусовым ритмом провели сравнение геометрии и функции левого предсердия у больных с уменьшением объема (УО) левого предсердия и без уменьшения объема (контрольная группа). В период наблюдения в течение 13 мес доля пациентов с синусовым ритмом в группе УО была больше (85 против 68%, $p < 0,05$) и максимальный объем левого предсердия меньше, чем у контрольной группы (116 ± 25 против 287 ± 73 мл, $p < 0,001$). Со временем максимальное уменьшение объема ЛП наблюдалось только у группы УО, что свидетельствовало о ремоделировании предсердия. Таким образом, авторы пришли к выводу, что резекция левого предсердия в сочетании с операцией «Лабиринт» способствует восстановлению насосной и резервуарной функций ЛП, приводя к его ремоделированию [38].

K. Yamanaka et al. [39] в 2006 г. на базе университета в Киото провели исследование, в котором 14 больных (средний возраст $63,9 \pm 8,6$ года) подверглись процедуре «Лабиринт» в сочетании с операцией на митральном клапане (группа А). В качестве контрольной группы в исследовании участвовали 10 пациентов (средний возраст $70,0 \pm 7,9$ года) с синусовым ритмом и хорошей сократительной функцией левого желудочка, которым было выполнена операция аортокоронарного шунтирования (группа В).

В качестве хирургического лечения ФП применили радиочастотную модификацию операции «Лабиринт» с применением мультиполярного температурного катетера (Cobra RF System, Boston Scientific) [40, 41]. Для группы В в качестве шунта использовали левую внутреннюю грудную артерию. У всех пациентов после операции «Лабиринт» регистрировался синусовый ритм. В группе А 5 больных из 14 получили профилактическую дозу антиаритмической терапии. МСКТ-исследование было выполнено в группе А через $17,9 \pm 10,0$ мес после операции, а в группе В — через $15,3 \pm 13,6$ мес. Все МСКТ-исследования проводились с регистрацией ЭКГ при 16-спиральной КТ (Aquilion 16; Toshiba) и задержке дыхания от 31 до 44 с (среднее значение 38,4 с). Максимальный и минимальный объемы левого предсердия были подсчитаны вручную по методу Симпсона. Контуры длинной оси были выбраны для определения горизонтального среза, далее было сформулировано 8 сегментов, чтобы провести анализ движения стенки ЛП [39].

Данное исследование выявило, что с помощью МСКТ можно успешно определить и оценить объем ЛП у пациентов, которым предполагается выполнение операции «Лабиринт» и хирургического вмешательства на митральном клапане. Его результаты убедительно свидетельствуют о пользе МСКТ для количественной оценки объемов ЛП и движения стенки после процедуры «Лабиринт», комбинированной с операцией на митральном клапане. Таким образом, при сравнении данных МСКТ до и после операции можно сделать вывод о ремоделировании ЛП [41, 42].

E.R. Jessurun et al. [42] в 2003 г. опубликовали результаты исследования, в которое были включены 64 пациента, разделенные на две группы: группа А – 32 больных с пароксизмальной или хронической формой ФП, подвергшиеся немодифицированной операции «Лабиринт» в сочетании с другим вмешательством (операцией на митральном клапане, закрытием дефекта межпредсердной перегородки, реваскуляризацией поврежденных коронарных сосудов); группа В – 32 пациента, которым была выполнена только немодифицированная операция «Лабиринт» вследствие отсутствия структурного заболевания сердца (у этой группы пациентов была только ФП). Для определения объема и функции левого желудочка была применена двухмерная трансторакальная доплер-эхокардиография (ЭхоКГ). Фракция выброса левого желудочка была подсчитана по формуле Тейхольца. Объемы предсердий были вычислены по формуле Хираиши. Была оценена состоятельность митрального и трикуспидального клапанов, а также измерен обратный поток во время диастолы (соотношение раннего/позднего) и таким образом выявлена связь между ранним и поздним трансмитральным потоком. Синусовый ритм регистрировался у 30 из 32 (94%) пациентов в группе А, где, несмотря на антиаритмическую терапию, у 2 больных сохранялась ФП и была проведена электроимпульсная терапия. Далее одному из них был имплантирован электрокардиостимулятор по причине синдрома слабости синусного узла. В группе В у 31 из 32 (97%) пациентов регистрировался синусовый ритм. У 1 больного наблюдалась трудноизлечимая пароксизмальная форма ФП, еще у 2 пациентов – симптомная рецидивирующая эктопическая предсердная тахикардия (им понадобились имплантация электрокардиостимулятора и радиочастотная абляция пучка Гиса). По данным ЭхоКГ, в первые 3 мес после операции число больных с нормальным пиком А

увеличилось от 34 до 53% в группе А и осталось без изменений в 60% случаев в группе В.

Данное исследование показывает отличный исход после операции «Лабиринт», так как у 92% больных не регистрировалась ФП и другие аритмии в отдаленный срок через 1 год. Диаметр и объем левого предсердия за 12 мес после операции значительно уменьшились у пациентов группы А со структурной патологией сердца, оперированных в комбинации с процедурой «Лабиринт». Тем не менее у больных группы В без структурных изменений в сердце не наблюдалось значительных изменений в диаметре и объеме ЛП в течение 1 года после операции. Авторы пришли к выводу, что немодифицированная операция «Лабиринт» не влияет значительно на объемы левого и правого предсердий. Однако при сочетанной операции отмечено уменьшение объемов ЛП за счет гемодинамической коррекции [42].

Заключение

Проведенные исследования демонстрируют, что после катетерной абляции и операции «Лабиринт» у пациентов с ФП отмечается уменьшение объема левого предсердия, улучшение сократительной функции предсердий в виде увеличения предсердного вклада, восстановление синусового ритма. При отсутствии рецидивов ФП и постоперационных предсердных аритмий в раннем и позднем послеоперационных периодах у части больных наблюдается выраженное ремоделирование предсердий. Все данные были подтверждены с помощью ЭхоКГ-, КТ- и МРТ-исследований до и после операций.

Конфликт интересов

Конфликт интересов не заявляется.

Библиографический список

1. Camm A.J., Lip G.Y., De Caterina R., Savelieva I., Atar D., Hohnloser S.H. et al. 2012 focused update of the ESC Guidelines for the management of atrial fibrillation: an update of the 2010 ESC Guidelines for the management of atrial fibrillation – developed with the special contribution of the European Heart Rhythm Association. *Europace*. 2012; 14 (10): 1385–413.
2. Stewart S., Hart C.L., Hole D.J., McMurray J.J. A population-based study of the long-term risks associated with atrial fibrillation: 20-year follow-up of the Renfrew/Paisley study. *Am. J. Med.* 2002; 113 (5): 359–64.
3. Marijon E., Le Heuzey J.Y., Connolly S., Yang S., Pogue J., Brueckmann M. et al. Causes of death and influencing factors in patients with atrial fibrillation: a competing-risk analysis from the randomized evaluation of long-term anticoagulant therapy study. *Circulation*. 2013; 128 (20): 2192–201.
4. Ferreira C., Providencia R., Ferreira M.J., Goncalves L.M. Atrial fibrillation and non-cardiovascular diseases: a systematic review. *Arq. Bras. Cardiol.* 2015; 105 (5): 519–26.
5. Veenhuyzen G.D., Simpson C.S., Abdollah H. Atrial fibrillation. *CMAJ*. 2004; 171 (7): 755–60.

6. Letsas K.P., Efremidis M., Charalampous C., Tsirikas S., Sideris A. Current ablation strategies for persistent and long-standing persistent atrial fibrillation. *Cardiol. Res. Pract.* 2011; 2011: 376969.
7. Lubitz S.A., Fischer A., Fuster V. Catheter ablation for atrial fibrillation. *BMJ.* 2008; 336 (7648): 819–26.
8. Xiong B., Li D., Wang J., Gyawali L., Jing J., Su L. The effect of catheter ablation on left atrial size and function for patients with atrial fibrillation: an updated meta-analysis. *PLoS One.* 2015; 10 (7): e0129274.
9. Calkins H., Kuck K.H., Cappato R., Brugada J., Camm A.J., Chen S.A. et al. 2012 HRS/EHRA/ECAS Expert Consensus Statement on Catheter and Surgical Ablation of Atrial Fibrillation: recommendations for patient selection, procedural techniques, patient management and follow-up, definitions, endpoints, and research trial design. *Europace.* 2012; 14 (4): 528–606.
10. Lawrance C.P., Henn M.C., Damiano R.J. Jr. Surgical ablation for atrial fibrillation: techniques, indications, and results. *Curr. Opin. Cardiol.* 2015; 30 (1): 58–64.
11. Woods C.E., Olgin J. Atrial fibrillation therapy now and in the future: drugs, biologicals, and ablation. *Circ. Res.* 2014; 114 (9): 1532–46.
12. Anfinson O.G. Non-pharmacological treatment of atrial fibrillation. *Indian Pacing Electrophysiol. J.* 2002; 2 (1): 4–14.
13. Cappato R., Calkins H., Chen S.A., Davies W., Iesaka Y., Kalman J. et al. Updated worldwide survey on the methods, efficacy, and safety of catheter ablation for human atrial fibrillation. *Circ. Arrhythm. Electrophysiol.* 2010; 3 (1): 32–8.
14. Ревишвили А.Ш., Нардая Ш.Г., Рзаев Ф.Г., Мустапаева З.В., Котанова Е.С. Электрофизиологические и клинические предикторы эффективности радиочастотной абляции легочных вен и левого предсердия у пациентов с персистирующей формой фибрилляции предсердий. *Анналы аритмологии.* 2014; 11 (1): 46–53.
15. Ревишвили А.Ш., Любкина Е.В., Торрес Дж., Александрова С.А., Ежова И.В., Имнадзе Г.Г., Рзаев Ф.Г. Результаты интервенционного лечения различных форм фибрилляции предсердий. *Анналы аритмологии.* 2004; 1 (1): 86–93.
16. Jeevanantham V., Ntīm W., Navaneethan S.D., Shah S., Johnson A.C., Hall B. et al. Meta-analysis of the effect of radiofrequency catheter ablation on left atrial size, volumes and function in patients with atrial fibrillation. *Am. J. Cardiol.* 2010; 105 (9): 1317–26.
17. Slotwiner D., Steinberg J. Limited ablation for persistent atrial fibrillation using preprocedure reverse remodelling. *Arrhythm. Electrophysiol. Rev.* 2014; 3 (2): 101–6.
18. Oakes R.S., Badger T.J., Kholmovski E.G., Akoum N., Burgon N.S., Fish E.N. et al. Detection and quantification of left atrial structural remodeling with delayed-enhancement magnetic resonance imaging in patients with atrial fibrillation. *Circulation.* 2009; 119 (13): 1758–67.
19. McGann C., Akoum N., Patel A., Kholmovski E., Revelo P., Damal K. et al. Atrial fibrillation ablation outcome is predicted by left atrial remodeling on MRI. *Circ. Arrhythm. Electrophysiol.* 2014; 7 (1): 23–30.
20. Hanazawa K., Kaitani K., Hayama Y., Onishi N., Tamaki Y., Miyake M. et al. Effect of radiofrequency catheter ablation of persistent atrial fibrillation on the left atrial function: assessment by 320-row multislice computed tomography. *Int. J. Cardiol.* 2015; 179: 449–54.
21. Reant P., Lafitte S., Jais P., Serri K., Weerasooriya R., Hocini M. et al. Reverse remodeling of the left cardiac chambers after catheter ablation after 1 year in a series of patients with isolated atrial fibrillation. *Circulation.* 2005; 112 (19): 2896–903.
22. Marsan N.A., Tops L.F., Holman E.R., Van de Veire N.R., Zeppenfeld K., Boersma E. et al. Comparison of left atrial volumes and function by real-time three-dimensional echocardiography in patients having catheter ablation for atrial fibrillation with persistence of sinus rhythm versus recurrent atrial fibrillation three months later. *Am. J. Cardiol.* 2008; 102 (7): 847–53.
23. Елесин Д.А., Романов А.Б., Богачев-Прокофьев А.В., Лосик Д.В., Байрамова С.А., Шабанов В.В. и др. Сравнение результатов катетерной и хирургической абляции фибрилляции предсердий после неэффективной эндокардиальной изоляции легочных вен. *Патология кровообращения и кардиохирургия.* 2014; 18 (4): 123–31.
24. Kuchynka P., Podzinkova J., Masek M., Lambert L., Cerny V., Danek B., Palecek T. The role of magnetic resonance imaging and cardiac computed tomography in the assessment of left atrial anatomy, size, and function. *Biomed. Res. Int.* 2015; 2015: 247865.
25. Bhargava M., Di Biase L., Mohanty P., Prasad S., Martin D.O., Williams-Andrews M. et al. Impact of type of atrial fibrillation and repeat catheter ablation on long-term freedom from atrial fibrillation: results from a multicenter study. *Heart Rhythm.* 2009; 6 (10): 1403–12.
26. Hiari N. Surgical treatment of atrial fibrillation: a review. *Cardiol. Res. Pract.* 2011; 2011: 214940.
27. Sueda T. History and development of surgical procedures for atrial fibrillation. *Surg. Today.* 2015; 45 (12): 1475–80.
28. Ramlawi B., Abu Saleh W.K. Surgical ablation of atrial fibrillation. *Methodist DeBakey Cardiovasc. J.* 2015; 11 (2): 104–8.
29. Gillinov A.M., Wolf R.K. Surgical ablation of atrial fibrillation. *Prog. Cardiovasc. Dis.* 2005; 48 (3): 169–77.
30. Cox J.L., Ad N., Palazzo T., Fitzpatrick S., Suyderhoud J.P., DeGroot K.W. et al. Current status of the Maze procedure for the treatment of atrial fibrillation. *Semin. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2000; 12 (1): 15–9.
31. Loardi C., Alamanni F., Veglia F., Galli C., Parolari A., Zanobini M. Modified Maze procedure for atrial fibrillation as an adjunct to elective cardiac surgery: predictors of mid-term recurrence and echocardiographic follow-up. *Tex. Heart Inst. J.* 2015; 42 (4): 341–7.
32. Ad N., Holmes S.D., Stone L.E., Pritchard G., Henry L. Rhythm course over 5 years following surgical ablation for atrial fibrillation. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2015; 47 (1): 52–8; discussion 58.
33. Voeller R.K., Zierer A., Lall S.C., Sakamoto S., Chang N.L., Schuessler R.B. et al. The effects of the Cox maze procedure on atrial function. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2008; 136 (5): 1257–64, 1264 e1–3.
34. Henry L., Ad N. Performance of the Cox Maze procedure – a large surgical ablation center's experience. *Ann. Cardiothorac. Surg.* 2014; 3 (1): 62–9.
35. Henn M.C., Lancaster T.S., Miller J.R., Sinn L.A., Schuessler R.B., Moon M.R. et al. Late outcomes after the Cox maze IV procedure for atrial fibrillation. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2015; 150 (5): 1168–76, 1178 e1–2.
36. Stulak J.M., Dearani J.A., Daly R.C., Zehr K.J., Sundt T.M. 3rd, Schaff H.V. Left ventricular dysfunction in atrial fibrillation: restoration of sinus rhythm by the Cox-maze procedure significantly improves systolic function and functional status. *Ann. Thorac. Surg.* 2006; 82 (2): 494–500, discussion 500–1.
37. Hof I.E., Velthuis B.K., Van Driel V.J., Wittkamp F.H., Hauer R.N., Loh P. Left atrial volume and function assessment by magnetic resonance imaging. *J. Cardiovasc. Electrophysiol.* 2010; 21 (11): 1247–50.
38. Marui A., Saji Y., Nishina T., Tadamura E., Kanao S., Shimamoto T. et al. Impact of left atrial volume reduction concomitant with atrial fibrillation surgery on left atrial geometry and mechanical function. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2008; 135 (6): 1297–305.
39. Yamanaka K., Fujita M., Doi K., Tsuneyoshi H., Yamazato A., Ueno K. et al. Multislice computed tomography accurately quantifies left atrial size and function after the MAZE procedure. *Circulation.* 2006; 114 (Suppl. 1): 15–9.
40. Cox J.L. The central controversy surrounding the interventional-surgical treatment of atrial fibrillation. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2005; 129 (1): 1–4.
41. Fasol R., Meinhard J., Binder T. A modified and simplified radiofrequency ablation in patients with mitral valve disease. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2005; 129 (1): 215–7.
42. Jessurun E.R., van Hemel N.M., Kelder J.C., Defauw J.A., Brutel de la Rivière A., Ernst J.M., Jaarsma W. The effect of maze operations on atrial volume. *Ann. Thorac. Surg.* 2003; 75 (1): 51–6.

References

1. Camm A.J., Lip G.Y., De Caterina R., Savelieva I., Atar D., Hohnloser S.H. et al. 2012 focused update of the ESC Guidelines for the management of atrial fibrillation: an update of the 2010 ESC Guidelines for the management of atrial fibrillation - developed with the special contribution of the European Heart Rhythm Association. *Europace.* 2012; 14 (10): 1385–413.
2. Stewart S., Hart C.L., Hole D.J., McMurray J.J. A population-based study of the long-term risks associated with atrial fibrillation: 20-year follow-up of the Renfrew/Paisley study. *Am. J. Med.* 2002; 113 (5): 359–64.

3. Marijon E., Le Heuzey J.Y., Connolly S., Yang S., Pogue J., Brueckmann M. et al. Causes of death and influencing factors in patients with atrial fibrillation: a competing-risk analysis from the randomized evaluation of long-term anticoagulant therapy study. *Circulation*. 2013; 128 (20): 2192–201.
4. Ferreira C., Providencia R., Ferreira M.J., Goncalves L.M. Atrial fibrillation and non-cardiovascular diseases: a systematic review. *Arq. Bras. Cardiol*. 2015; 105 (5): 519–26.
5. Veenhuizen G.D., Simpson C.S., Abdollah H. Atrial fibrillation. *CMAJ*. 2004; 171 (7): 755–60.
6. Letsas K.P., Efremidis M., Charalampous C., Tsikrikas S., Sideris A. Current ablation strategies for persistent and long-standing persistent atrial fibrillation. *Cardiol. Res. Pract.* 2011; 2011: 376969.
7. Lubitz S.A., Fischer A., Fuster V. Catheter ablation for atrial fibrillation. *BMJ*. 2008; 336 (7648): 819–26.
8. Xiong B., Li D., Wang J., Gyawali L., Jing J., Su L. The effect of catheter ablation on left atrial size and function for patients with atrial fibrillation: an updated meta-analysis. *PLoS One*. 2015; 10 (7): e0129274.
9. Calkins H., Kuck K.H., Cappato R., Brugada J., Camm A.J., Chen S.A. et al. 2012 HRS/EHRA/ECAS Expert Consensus Statement on Catheter and Surgical Ablation of Atrial Fibrillation: recommendations for patient selection, procedural techniques, patient management and follow-up, definitions, endpoints, and research trial design. *Europace*. 2012; 14 (4): 528–606.
10. Lawrance C.P., Henn M.C., Damiano R.J. Jr. Surgical ablation for atrial fibrillation: techniques, indications, and results. *Curr. Opin. Cardiol*. 2015; 30 (1): 58–64.
11. Woods C.E., Olgin J. Atrial fibrillation therapy now and in the future: drugs, biologicals, and ablation. *Circ. Res.* 2014; 114 (9): 1532–46.
12. Anfinson O.G. Non-pharmacological treatment of atrial fibrillation. *Indian Pacing Electrophysiol. J.* 2002; 2 (1): 4–14.
13. Cappato R., Calkins H., Chen S.A., Davies W., Iesaka Y., Kalman J. et al. Updated worldwide survey on the methods, efficacy, and safety of catheter ablation for human atrial fibrillation. *Circ. Arrhythm. Electrophysiol.* 2010; 3 (1): 32–8.
14. Revishvili A.Sh., Nardaya S.G., Rzayev F.G., Mustapaeva Z.V., Katanova E.S. Electrophysiological and clinical predictors of effectiveness of radiofrequency ablation in the pulmonary veins and left atrium in patients with persistent form of atrial fibrillation. *Annaly Arimologii*. 2014; 11 (1): 46–53 (in Russ.).
15. Revishvili A.Sh., Liubkina E.V., Torres J., Alexandrova S.A., Rzaev F.G., Imnadze G.G., Ejova I.V. Results of interventional treatment of different types of atrial fibrillation. *Annaly Arimologii*. 2004; 1 (1): 86–93 (in Russ.).
16. Jeevanantham V., Ntim W., Navaneethan S.D., Shah S., Johnson A.C., Hall B. et al. Meta-analysis of the effect of radiofrequency catheter ablation on left atrial size, volumes and function in patients with atrial fibrillation. *Am. J. Cardiol.* 2010; 105 (9): 1317–26.
17. Slotwiner D., Steinberg J. Limited ablation for persistent atrial fibrillation using preprocedure reverse remodelling. *Arrhythm. Electrophysiol. Rev.* 2014; 3 (2): 101–6.
18. Oakes R.S., Badger T.J., Kholmovski E.G., Akoum N., Burgon N.S., Fish E.N. et al. Detection and quantification of left atrial structural remodeling with delayed-enhancement magnetic resonance imaging in patients with atrial fibrillation. *Circulation*. 2009; 119 (13): 1758–67.
19. McGann C., Akoum N., Patel A., Kholmovski E., Revelo P., Damal K. et al. Atrial fibrillation ablation outcome is predicted by left atrial remodeling on MRI. *Circ. Arrhythm. Electrophysiol.* 2014; 7 (1): 23–30.
20. Hanazawa K., Kaitani K., Hayama Y., Onishi N., Tamaki Y., Miyake M. et al. Effect of radiofrequency catheter ablation of persistent atrial fibrillation on the left atrial function: assessment by 320-row multislice computed tomography. *Int. J. Cardiol.* 2015; 179: 449–54.
21. Reant P., Lafitte S., Jais P., Serri K., Weerasooriya R., Hocini M. et al. Reverse remodeling of the left cardiac chambers after catheter ablation after 1 year in a series of patients with isolated atrial fibrillation. *Circulation*. 2005; 112 (19): 2896–903.
22. Marsan N.A., Tops L.F., Holman E.R., Van de Veire N.R., Zeppenfeld K., Boersma E. et al. Comparison of left atrial volumes and function by real-time three-dimensional echocardiography in patients having catheter ablation for atrial fibrillation with persistence of sinus rhythm versus recurrent atrial fibrillation three months later. *Am. J. Cardiol.* 2008; 102 (7): 847–53.
23. Elesin D.A., Romanov A.B., Bogachev-Prokof'ev A.V., Losik D.V., Bayramova S.A., Shabanov V.V. et al. Catheter versus surgical ablation of atrial fibrillation after failed initial pulmonary vein isolation. *Patologiya Krovoobrashcheniya i Kardiokirurgiya*. 2014; 18 (4): 123–31 (in Russ.).
24. Kuchynka P., Podzirkova J., Masek M., Lambert L., Cerny V., Danek B., Palecek T. The role of magnetic resonance imaging and cardiac computed tomography in the assessment of left atrial anatomy, size, and function. *Biomed. Res. Int.* 2015; 2015: 247865.
25. Bhargava M., Di Biase L., Mohanty P., Prasad S., Martin D.O., Williams-Andrews M. et al. Impact of type of atrial fibrillation and repeat catheter ablation on long-term freedom from atrial fibrillation: results from a multicenter study. *Heart Rhythm*. 2009; 6 (10): 1403–12.
26. Hiari N. Surgical treatment of atrial fibrillation: a review. *Cardiol. Res. Pract.* 2011; 2011: 214940.
27. Sueda T. History and development of surgical procedures for atrial fibrillation. *Surg. Today*. 2015; 45 (12): 1475–80.
28. Ramlawi B., Abu Saleh W.K. Surgical ablation of atrial fibrillation. *Methodist DeBakey Cardiovasc. J.* 2015; 11 (2): 104–8.
29. Gillin A.M., Wolf R.K. Surgical ablation of atrial fibrillation. *Prog. Cardiovasc. Dis.* 2005; 48 (3): 169–77.
30. Cox J.L., Ad N., Palazzo T., Fitzpatrick S., Suyderhoud J.P., DeGroot K.W. et al. Current status of the Maze procedure for the treatment of atrial fibrillation. *Semin. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2000; 12 (1): 15–9.
31. Loardi C., Alamanni F., Veglia F., Galli C., Parolari A., Zanobini M. Modified Maze procedure for atrial fibrillation as an adjunct to elective cardiac surgery: predictors of mid-term recurrence and echocardiographic follow-up. *Tex. Heart Inst. J.* 2015; 42 (4): 341–7.
32. Ad N., Holmes S.D., Stone L.E., Pritchard G., Henry L. Rhythm course over 5 years following surgical ablation for atrial fibrillation. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2015; 47 (1): 52–8; discussion 58.
33. Voeller R.K., Zierer A., Lall S.C., Sakamoto S., Chang N.L., Schuessler R.B. et al. The effects of the Cox maze procedure on atrial function. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2008; 136 (5): 1257–64, 1264 e1–3.
34. Henry L., Ad N. Performance of the Cox Maze procedure – a large surgical ablation center's experience. *Ann. Cardiothorac. Surg.* 2014; 3 (1): 62–9.
35. Henn M.C., Lancaster T.S., Miller J.R., Sinn L.A., Schuessler R.B., Moon M.R. et al. Late outcomes after the Cox maze IV procedure for atrial fibrillation. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2015; 150 (5): 1168–76, 1178 e1–2.
36. Stulak J.M., Dearani J.A., Daly R.C., Zehr K.J., Sundt T.M. 3rd, Schaff H.V. Left ventricular dysfunction in atrial fibrillation: restoration of sinus rhythm by the Cox-maze procedure significantly improves systolic function and functional status. *Ann. Thorac. Surg.* 2006; 82 (2): 494–500, discussion 500–1.
37. Hof I.E., Velthuis B.K., Van Driel V.J., Wittkamp F.H., Hauer R.N., Loh P. Left atrial volume and function assessment by magnetic resonance imaging. *J. Cardiovasc. Electrophysiol.* 2010; 21 (11): 1247–50.
38. Marui A., Saji Y., Nishina T., Tadamura E., Kanao S., Shimamoto T. et al. Impact of left atrial volume reduction concomitant with atrial fibrillation surgery on left atrial geometry and mechanical function. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2008; 135 (6): 1297–305.
39. Yamanaka K., Fujita M., Doi K., Tsuneyoshi H., Yamazato A., Ueno K. et al. Multislice computed tomography accurately quantifies left atrial size and function after the MAZE procedure. *Circulation*. 2006; 114 (Suppl. 1): I5–9.
40. Cox J.L. The central controversy surrounding the interventional-surgical treatment of atrial fibrillation. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2005; 129 (1): 1–4.
41. Fasol R., Meinhart J., Binder T. A modified and simplified radiofrequency ablation in patients with mitral valve disease. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2005; 129 (1): 215–7.
42. Jessurun E.R., van Hemel N.M., Kelder J.C., Defauw J.A., Brutel de la Rivière A., Ernst J.M., Jaarsma W. The effect of maze operations on atrial volume. *Ann. Thorac. Surg.* 2003; 75 (1): 51–6.

Поступила 15.04.2016

Принята к печати 28.04.2016