

ОТДАЛЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ТОРАКОСКОПИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ФИБРИЛЛЯЦИИ ПРЕДСЕРДИЙ
Е.Д.Стребкова^{1,2}, А.Ш.Ревшвили^{1,2}, Е.С.Малышенко², Е.А.Артюхина^{1,2}, В.А.Попов^{1,2}, М.А.Новиков²,
Е.В.Ялова², К.Э.Бондурко², Г.Г.Кармазановский², М.Кадырова²

¹ФГБОУДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» МЗ РФ, Москва, ул. Баррикадная, д. 2/1, стр. 1; ²ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр хирургии имени А.В.Вишневого» МЗ РФ, Москва, Большая Серпуховская ул., д. 27.

Цель. Основной целью данной работы является анализ эффективности торакоскопического лечения (ТЛ) фибрилляции предсердий (ФП) и определение факторов риска возврата предсердных тахикардий после ТЛ ФП в отдаленном периоде наблюдения.

Материал и методы исследования. С января 2019 г. по декабрь 2021 г. 150-ти пациентам с симптоматической изолированной ФП (персистирующая 29,3% (n=44), длительно-персистирующая 32% (n=48) и пароксизмальная 38,7% (n=58) после неудачных катетерных абляций была выполнена торакоскопическая абляция ФП и ампутация ушка левого предсердия. Всем пациентам в контрольные точки исследования было проведено 24-ч холтеровское мониторирование электрокардиограммы, по результатам которого оценивали эффективность процедуры.

Результаты. Общая эффективность ТЛ ФП в отдаленном периоде наблюдения составила 72,5%. После отмены антиаритмической терапии свобода от любых предсердных тахикардий составила 79,2%, 70,5% и 68,9% через 6, 12 и 24 месяца, соответственно. Дополнительные катетерные абляции через 3 месяца по поводу инцизионной тахикардий, увеличивают эффективность процедуры до 82,9%. Важными факторами риска возврата аритмии после ТЛ ФП следует считать возраст пациента, длительность ФП, предшествующие катетерные абляции и диаметр левого предсердия более 40 мм.

Выводы. Гибридный подход существенно улучшает эффективность ТЛ ФП, в частности для пациентов с непароксизмальными формами ФП. Полученные результаты требуют дальнейшего изучения данной проблемы для повышения качества ТЛ ФП и определения оптимального набора линий абляция с учетом факторов риска возврата аритмии.

Ключевые слова: фибрилляция предсердий; торакоскопическая абляция; факторы риска; катетерная абляция; рецидив фибрилляции предсердий

Конфликт интересов: не заявляется.

Финансирование: отсутствует.

Рукопись получена: 25.09.2022 **Исправленная версия получена:** 23.12.2022 **Принята к публикации:** 31.01.2023

Ответственный за переписку: Стребкова Елизавета Дмитриевна, E-mail: elizabeth.strebkova@yandex.ru

Е.Д.Стребкова - ORCID ID 0000-0001-5837-7255, А.Ш.Ревшвили - ORCID ID 0000-0003-1791-9163, Е.С.Малышенко - ORCID ID 0000-0002-1572-3178, Е.А.Артюхина - ORCID ID 0000-0001-7065-0250, В.А.Попов - ORCID ID 0000-0003-1395-2951, М.А.Новиков - ORCID ID 0000-0001-9160-6531, Е.В.Ялова - ORCID ID 0000-0002-9409-5164, К.Э.Бондурко - ORCID ID 0000-0003-3495-6898, Г.Г.Кармазановский - ORCID ID 0000-0002-9357-0998, М.Кадырова - ORCID ID 0000-0001-8231-6866

Для цитирования: Стребкова ЕД, Ревшвили АШ, Малышенко ЕС, Артюхина ЕА, Попов ВА, Новиков МА, Ялова ЕВ, Бондурко КЭ, Кармазановский ГГ, Кадырова М. Отдаленные результаты торакоскопического лечения фибрилляции предсердий. *Вестник аритмологии*. 2023;30(2): 59-69. <https://doi.org/10.35336/VA-2023-2-08>.

LONG-TERM OUTCOMES OF THORACOSCOPIC ABLATION FOR ATRIAL FIBRILLATION

E.D.Strebkova^{1,2}, A.Sh.Revishvili^{1,2}, E.S.Malishenko², E.A.Artyukhina^{1,2}, V.A.Popov^{1,2}, M.A.Novikov²,
E.V.Yalova², K.E.Bondurko², G.G.Karmazanovsky², M.Kadirova²

¹Federal State Budgetary Educational Institution of Further Professional Education "Russian Medical Academy of Continuous Professional Education" of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow, 2/1 Barrikadnaya str, build. 1; ²Federal State Budgetary Educational Institution "A.V. Vishnevskiy National Medical Research Center of Surgery" of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow, 27 Bolshaya Serpukhovskaya str.

The **aim** of this work is to analyze the effectiveness of thoracoscopic ablation (TSA) of atrial fibrillation (AF) and to define the risk factors for the return of atrial tachyarrhythmias after TSA in the long-term follow-up period.

Methods. From January 2019 to December 2021, 150 patients with symptomatic atrial fibrillation (persistent 29.3% (n=44), long-standing 32% (n=48) and paroxysmal 38.7% (n=58) after unsuccessful catheter ablations underwent TSA

and amputation of the left atria appendage. All patients underwent Holter monitoring at the control points of the study, the results of which evaluated the effectiveness of the procedure.

Results. The overall efficiency of TSA in the long-term follow-up period was 72.5%. After off-antiarrhythmic drugs, freedom from any atrial tachyarrhythmias was 79.2%, 70.5% and 68.9% after 6, 12 and 24 months, respectively. Additional catheter ablations after 3 months increase the effectiveness of the procedure to 82.9%. Important risk factors for the return of arrhythmia after TSA should be considered the patient's age, duration of AF, previous catheter ablations and the left atria diameter of more 40 mm.

Conclusion. The hybrid approach significantly improves the effectiveness of TSA for patients with non-paroxysmal forms of AF. The results obtained require further study of this problem in order to improve the quality of TSA and determine the optimal set of ablation lines, considering the risk factors for the return of arrhythmia.

Key words: atrial fibrillation; toroscopic ablation; risk factors; catheter ablation; atrial fibrillation recurrence

Conflict of Interests: none.

Funding: none.

Received: 25.09.2022 **Revision received:** 23.12.2022 **Accepted:** 31.01.2023

Corresponding author: Strebkova Elizabeth, E-mail: elizabeth.strebkova@yandex.ru

E.D.Strebkova - ORCID ID 0000-0001-5837-7255, A.Sh.Revishvili - ORCID ID 0000-0003-1791-9163, E.S.Malishenko - ORCID ID 0000-0002-1572-3178, E.A.Artyukhina - ORCID ID 0000-0001-7065-0250, V.A.Popov - ORCID ID 0000-0003-1395-2951, M.A.Novikov - ORCID ID 0000-0001-9160-6531, E.V.Yalova - ORCID ID 0000-0002-9409-5164, K.E.Bondurko - ORCID ID 0000-0003-3495-6898, G.G.Karmazanovsky - ORCID ID 0000-0002-9357-0998, M.Kadirova - ORCID ID 0000-0001-8231-6866

For citation: Strebkova ED, Revishvili AS, Malishenko ES, Artyukhina EA, Popov VA, Novikov MA, Yalova EV, Bondurko KE, Karmazanovsky GG, Kadirova M. 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>.

Распространенность фибрилляции предсердий (ФП) среди взрослого населения составляет 2-4% [1]. Вследствие стремительного демографического старения в течение последующих тридцати лет количество больных ФП может увеличиться вдвое [2, 3]. Основные риски, ассоциированные с ФП обусловлены тромбоэмболическими осложнениями, а в ряде случаев сопровождаются аритмогенным коллапсом [4, 5].

Длительное время единственным высокоэффективным методом лечения ФП считался хирургический [6, 7]. В современной аритмологии операцию Cox-Maze IV и ее модификации рассматривают исключительно в качестве симультанной процедуры.

На смену высокотравматичным операциям пришли миниинвазивные катетерные абляции (КА) [4], основным этапом которых является изоляция устьев легочных вен (УЛВ), но она не всегда оказывается эффективной, в частности при персистирующих формах ФП [8-10]. Данные электроанатомического картирования у пациентов с непароксизмальными формами ФП обычно демонстрируют области выраженной низкоамплитудной активности в левом предсердии, что указывает на развитие в данных зонах фиброза [11]. В таких случаях долгосрочный успех катетерных абляций составляет 20-60%, снижаясь с каждой последующей процедурой [11-14]. Причиной рубцовых изменений у пациентов с пароксизмальной ФП чаще всего являются многочисленные предшествующие КА, что существенно ухудшает эффективность последних [15]. R.S.Oakes et al. (2009) на основании данных магнитно-резонансной томографии сообщили о корреляции между рецидивом ФП после радиочастотной абляции (РЧА) УЛВ и степенью фиброза УЛВ и левого предсердия (ЛП) [16].

Торакоскопическое лечение (ТЛ) ФП является альтернативным хирургическим методом лечения изолированных форм ФП на работающем сердце, который активно развивался в течение последнего десятилетия [4, 17]. Учитывая факторы, поддерживающие макрореактивность задней стенки ЛП в широкое клиническое применение введен метод «Box lesion» - изоляция задней стенки ЛП. В связи с чем основными принципами ТЛ ФП следует считать: изоляцию УЛВ, фрагментацию задней стенки ЛП и ампутиацию ушка ЛП [18-21]. Количество исследований по изучению эффективности ТЛ ФП значительно увеличивается, но их данные существенно варьируют от 38 до 83% из-за разнородности пациентов, техники операции и периода наблюдения [22-25].

Цель настоящего исследования представить данные эффективности торакоскопической абляции фибрилляции предсердий и определить факторы риска возврата предсердной тахикардии в отдаленном периоде наблюдения.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

С января 2019 г. по декабрь 2021 г. на базе ФГБУ «НМИЦ хирургии им. А.В.Вишневского» 150 пациентам с симптоматической изолированной ФП, зарегистрированной на электрокардиограмме (ЭКГ) или холтеровском мониторинге (ХМ) ЭКГ, рефрактерной к антиаритмической терапии (ААТ) или при наличии неудачной катетерной абляции в анамнезе, было выполнено ТЛ ФП и ампутиация ушка ЛП [4, 17, 18].

Всем пациентам за 24 часа до операции выполнялось комплексное обследование, включавшее: ЭКГ в 12 отведениях, ХМ ЭКГ, трансторакальную эхокардио-

Table 1.

Main characteristics of patients and data of investigation before surgery

Parameter	Value
Gender (male), n (%)	97 (64.7)
Age, years (Me (IQR))	59 (51-64)
Body mass index, kg/m ² (mean±SD)	29.5±3.4
Atrial fibrillation duration, years (Me (IQR))	5 (2-8)
Paroxysmal atrial fibrillation, n (%)	58 (38.7)
Persistent atrial fibrillation, n (%)	44 (29.3)
Long-standing atrial fibrillation, n (%)	48 (32)
EHRA IIa-IIb, n (%)	26 (17.3)
EHRA III-IV, n (%)	124 (82.7)
Hypertension, n (%)	121 (80.7)
Diabetes mellitus, n (%)	19 (12.7)
Chronic heart failure NYHA functional class II, n (%)	108 (72)
Chronic heart failure NYHA functional class III, n (%)	22 (14.7)
Cerebrovascular events, n (%)	13 (8.7)
Previous catheter ablations, n (%)	58 (38.7)
Previous radiofrequency and cryoinflation of pulmonary vein orifices, n (%)	47 (31.3)
Preceding cryoinflations of pulmonary vein orifices, n (%)	11 (7.4)
Antiarrhythmic drugs, n (%)	146 (97.3)
Vaughan-Williams Class IC antiarrhythmic drugs, n (%)	12 (8)
Vaughan-Williams Class II antiarrhythmic drugs, n (%)	67 (44.7)
Vaughan-Williams Class III antiarrhythmic drugs, n (%)	58 (38.7)
Class IV Vaughan-Williams antiarrhythmic drugs, n (%)	9 (6)
Anticoagulant therapy, n (%)	130 (86.7)
Apixaban	47 (31.3)
Rivaroxaban	48 (32)
Dabigatran	16 (10.7)
Warfarin	19 (12.7)
CHA ₂ DS ₂ -VASc scores (Me (IQR) [min-max])	2 (1-3) [0-6]
HAS-BLED scores (Me [min-max])	1 [0-4]
Left ventricular ejection fraction, % (mean±SD)	62.6±6.4
Left atrial volume index, ml/m ² (Me (IQR) [min-max])	35 (30-45) [16-81]
Left atrial diameter, mm (Me (IQR))	41 (39-44)
Mitral regurgitation, n (%)	61 (40.7)
Minor mitral regurgitation, n (%)	52 (34.7)
Moderate mitral regurgitation, n (%)	5 (3.3)
Severe mitral regurgitation, n (%)	4 (2.7)
Multislice computed tomography with contrast of the left atrium and pulmonary veins	
Left atrial appendage volume, ml (Me (IQR))	10.0 (6.4-13.1)
Typical pulmonary vein infiltration on the right side, n (%)	108 (72.0)
Convergent right pulmonary vein infiltration, n (%)	28 (18.7)
Infiltration of pulmonary veins on the right by a single/common trunk, n (%)	10 (6.7)
Right accessory pulmonary vein, n (%)	4 (2.7)
Typical left pulmonary vein occlusion, n (%)	35 (23.3)
Conjoined pulmonary vein occlusion on the left side, n (%)	43 (28.7)
Left pulmonary vein infiltration by a single/common trunk, n (%)	72 (48)
Left accessory pulmonary vein, n (%)	0 (0)

графию с использованием технологии «speckle tracking imaging», чреспищеводную эхокардиографию для исключения тромбов, мультиспиральную компьютерную томографию с контрастированием ЛП и УЛВ, коронароангиографию по показаниям.

Медиана возраста пациентов составила 59 (61-64) лет, преобладали мужчины 64,7% (n=97). В исследование было включено 29,3% (n=44) пациента с персистирующей формой ФП, 32% (n=48) с длительно-персистирующей и 38,7% (n=58) с пароксизмальной формой фибрилляции предсердий, после неудачных КА. Полная клиническая характеристика пациентов и данные инструментальных методов исследования представлены в табл. 1. Коррекция ААТ до операции не проводилась. Распределение антиаритмических препаратов по Vaughan-Williams до операции представлена в табл. 1. Перед операцией, не менее чем за 5 дней, все пациенты с прямых оральных антикоагулянтов или варфарина были переведены на низкомолекулярные гепарины. Перед операцией все пациенты были обсуждены на консилиуме с участием кардиолога, аритмолога и кардиохирурга. Участники давали информированное согласие на проведение ТЛ ФП. Исследование было одобрено локальным этическим комитетом.

Оценка эффективности процедуры

Эффективность ТЛ ФП оценивалась через 3, 6, 12 месяцев и далее ежегодно по данным 24-часового ХМ ЭКГ. Процедура считалась успешной при отсутствии любой предсердной тахикардии (ФП, ТП или наджелудочковой тахикардии) продолжительностью более 30 секунд, в соответствии с консенсусным заявлением общества сердечного ритма [4, 17, 18, 26]. Запись ЭКГ рекомендовалось выполнять при любом симптоматическом учащенном неритмичном сердцебиении. Из исследования исключался «слепой» период в течение первых 3-х месяцев после операции.

Регистрировали неблагоприятные сердечно-сосудистые события и 30-дневные послеоперационные осложнения. Телефонный опрос и регистрацию данных ХМ ЭКГ в контрольные точки исследования провели всем пациентам (n=150). Антикоагулянтную терапию варфарином (целевое МНО 2-3) или прямыми оральными антикоагулянтами начинали на следующий день после операции.

ААТ амиодароном продолжали после операции при отсутствии противопоказаний. Прием всех препаратов обязательно рекомендовали продолжить до 3 месяцев. Отмена антиаритмической терапии производилась через 3-6 месяцев, при полном отсутствии на ХМ ЭКГ любой наджелудочковой тахикардии. При отсутствии аритмии через 6-9 месяцев решался вопрос о полной отмене антикоагулянтной терапии при CHA₂DS₂-VASc менее 2 баллов, полной окклюзии ушка левого ЛП, отсутствия

тромбов по данным чреспищеводной эхокардиографии и контрастной мультиспиральной компьютерной томографии.

Техника операции

Все операции выполнялись в условиях кардиохирургической операционной одной хирургической бригадой, под общей анестезией с селективной вентиляцией легких. Процедура выполнялась из одномоментного билатерального доступа через стандартное позиционирование торакоскопических портов (рис. 1а,б). Процедура выполнялась согласно методике «Box lesion set». Изоляцию УЛВ выполняли биполярным электродом (рис. 1в,д). Достижение трансмуральности контролировали по изменению импеданса согласно алгоритму РЧ генератора. После достижения трансмурального повреждения зажим размыкали и после небольшого изменения положения вновь выполняли радиочастотные абляции, до 10 аппликаций с каждой стороны.

После удаления электрода выполняли контроль блока проведения через абляционную линию (рис. 1г). При регистрации синусового ритма с помощью мультифункционального электрода осуществляли последовательную стимуляцию верхней и нижней правых легочных вен с частотой сердечных сокращений на 30-50% выше собственного ритма и силой тока 15-25 мА. Отсутствие повышения частоты сердечных сокращений в момент стимуляции расценива-

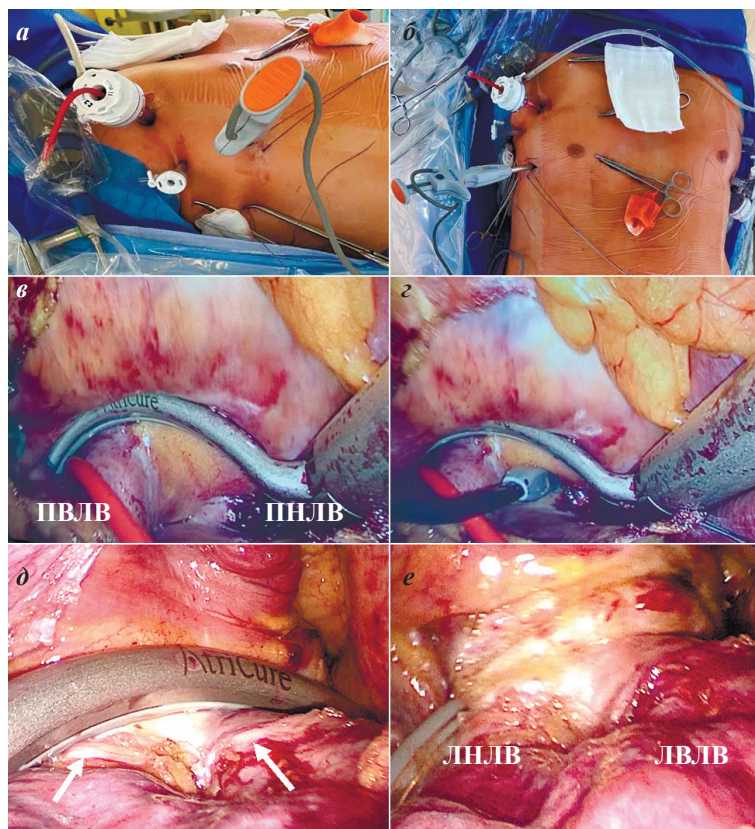


Рис. 1. Интраоперационные фотографии: одномоментный билатеральный торакоскопический доступ (а-б); радиочастотная абляция правых легочных вен (в); проверка сигнала с правых легочных вен после их абляции, брании электрода разомкнута (г); выраженный фиброз левых легочных вен вследствие ранее перенесенной катетерной абляции (стрелки - д); радиочастотная абляция левых легочных вен (е).

ли как достижение изоляции легочных вен. В случае если у больного регистрировалась ФП, при помощи монополярного электрода проводили считывание сигнала предсердий на изолированных легочных венах. Отсутствие сигнала расценивали как достижение изоляции легочных вен. Далее переходили к формированию верхней и нижней линии «Вох» с помощью линейного биполярного электрода.

Ампутация ушка ЛП проводилась через один из портов левостороннего доступа с использованием эндостеплера (рис. 2а). Для исключения наличия в предсердиях тромбов интраоперационно всем пациентам до и после ампутации ушка ЛП выполняли чреспищеводную эхокардиографию.

Проводили оценку трансмуральности и достижение двунаправленного блока проведения через линии аблации (exit and entrance block). Блок входа (entrance block) подтверждался с помощью биполярного картирующего электрода при отсутствии потенциалов в месте воздействия. Блок выхода (exit block) подтверждал-

ся стимуляционно, во время синусового ритма. При необходимости производили дополнительные аблации.

С помощью высокочастотной стимуляции провоцировали запуск ФП, считалось нормой ее самопроизвольное купирование в течение 30 секунд. При регистрации устойчивой ФП на момент окончания процедуры проводилась электроимпульсная терапия. Подробные схемы и этапы операции представлены в ранее опубликованных работах [27, 28].

Статистический анализ данных

Статистический анализ и визуализация полученных данных проводилось с использованием среды для статистических вычислений R 4.2.1 (R Foundation for Statistical Computing, Вена, Австрия). Описательные статистики представлены в виде наблюдаемого числа наблюдений (относительная частота) для качественных переменных и среднего (стандартное отклонение) и медианы (1-ый и 3-ий квартили) в зависимости от нормальности распределения - для количественных. Для тестирования соответствия выборочного рас-

пределения нормальному закону использовался тест Шапиро-Уилка. Для анализа выживаемости использовали метод Каплана-Мейера, log-ранговый тест, однофакторные и многофакторные модели пропорциональных рисков Кокса. Для отбора переменных в многофакторную модель пропорциональных рисков Кокса использовался пошаговый отбор с исключением на основании информационного критерия Акаике. Качество модели оценивалось с использованием С-индекса Харрелла и псеудо- R^2 Найджелкерке. Для анализа ассоциации между категориальными переменными использовался точный тест Фишера.

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Общая характеристика процедуры представлена в табл. 2. Двоим пациентам (1,33%) правосторонний этап операции не выполнялся вследствие выраженного спячного процесса и высоких рисков кровотечения. При проведении интраоперационного электрофизиологического исследования правые и левые легочные вены после катетерных аблаций были изолированы только в 34,04% (16/47). Восстановление синусового ритма в момент выполнения аблации было в 12% в группе пациентов с персистирующей и длительно-персистирующей ФП. Стоит отметить, что восстановление синусового ритма было преимущественно в момент завершения процедуры на левостороннем этапе, после ампутации ушка ЛП. Ампутацию ушка ЛП не выполняли 6,7% (n=10) пациентам в связи с его малым размером и высокими рисками кровотечения. После ампутации ушка ЛП восстановление синусового ритма зарегистрировано у 4/92 (4,34%) пациентов с длительно-персистирующей формой ФП.

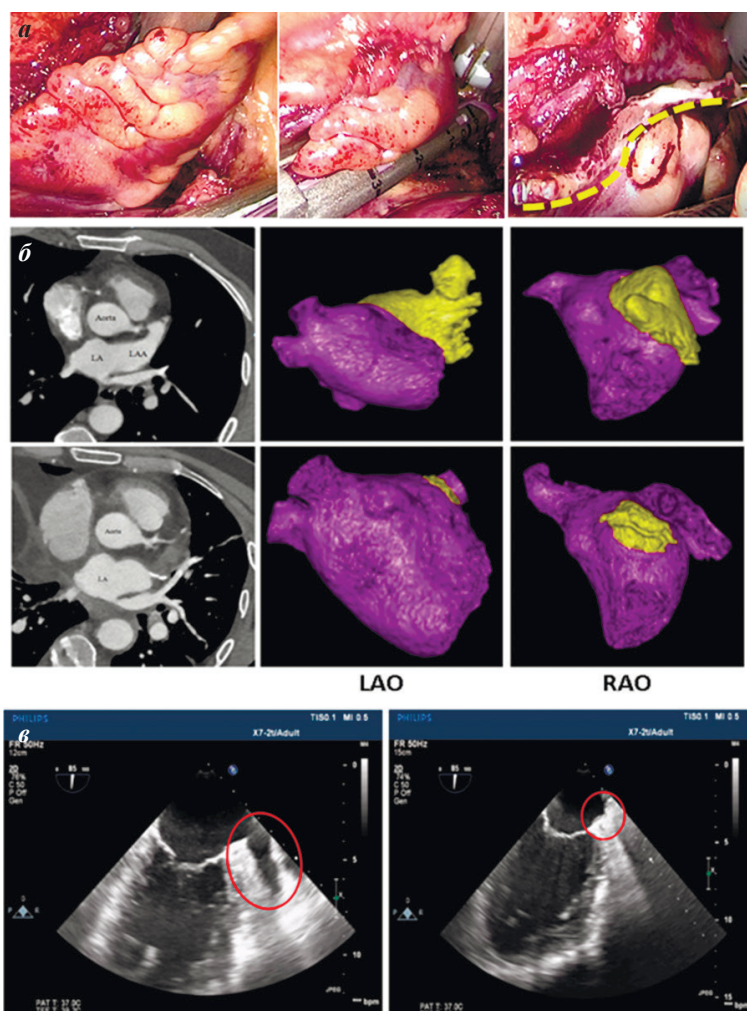


Рис. 2. Ампутация ушка левого предсердия (а), желтым пунктиром отмечена линия резекции ушка ЛП (интраоперационные фотографии). МСКТ (б) с контрастированием левого предсердия и ушка левого предсердия с 3D-реконструкцией до (сверху) и после (снизу) операции в правой и левой косой проекциях (RAO и LAO). Остаточная часть после ампутации ушка левого предсердия обозначена желтым цветом. Интраоперационная чреспищеводная эхокардиография (в) до и после ампутации ушка ЛП.

Общее время операции составило 220 (188,5-260) мин, время аблации 68 (59-84) мин, время искусственной вентиляции легких (ИВЛ) 9,4 (7,5-12) часов. Устойчивая ФП на момент окончания операции регистрировалась у 81 (54%) пациента с непароксизмальной ФП, что потребовало проведение электроимпульсной терапии. Стойкий синусовый ритм на момент окончания процедуры регистрировался у 94,7% пациентов. Двое пациентов (1,3%) были переведены в отделение реанимации и интенсивной терапии с атипичным трепетанием предсердий.

Осложнения

Большие осложнения были представлены исключительно имплантацией электрокардиостимулятора вследствие синдрома слабости синусового узла - 0,7%. Частота малых осложнений составила 10,1% (табл. 3). Преобладали гемотораксы и гидротораксы, потребовавшие дренирования плевральных полостей в раннем послеоперационном периоде. Двум пациентам (1,3%) вследствие напряженного пневмоторакса, нестабильной гемодинамики и нарастающей дыхательной недостаточности потребовалась прологированная вентиляция легких с дополнительным дренированием плевральных полостей. Временный паралич диафрагмального нерва регистрировался у 4 (2,7%) пациентов, разрешившийся в течение 12 месяцев. Неблагоприятные сердечно-сосудистые события, тромбоэмболические осложнения, в том числе тромбоэмболия легочных артерий не были зарегистрированы ни у одного пациента.

Отдаленные результаты

Эффективность ТЛ ФП в нашем центре через 3, 6 и 12 месяцев составила 81,7%, 80,9%, 77,3%, соответственно. В течение 3 лет свобода от ФП по методу Каплан-Майера составила 72,5%. Эффективность ТЛ ФП в отношении персистирующей формы составила 91,7% и 79,3%, длительно-персистирующей 76,5% и 66,8%, пароксизмальной 77,8% и 73,3% через 6 и 12 месяцев, соответственно ($p=0,3961$) (рис. 3а). При наличии у пациентов с пароксизмальной формой ФП предшествующих катетерных аблаций эффективность ТЛ ФП в отдаленном периоде существенно снижалась 75%, 66,7%, 61,5% через 6, 12 и 24 месяца соответственно ($p=0,404$) (рис. 3б). Катетерные аблации после ТЛ ФП через 3 месяца потребовались в 14,7% ($n=22$) и в 4,7% ($n=7$) через 12 месяцев. РЧА КТИ было выполнено 4 (2,7%) пациентам с типичным трепетанием предсердий (ТП) с восстановлением синусового ритма в момент аблации. Эффективность гибридного лечения составляла 100% в раннем периоде и 82,9% через 2 года.

При регистрации устойчивого синусового ритма на ХМ ЭКГ через 3-6 месяцев антиаритмические препараты отменяли. Эффективность ТЛ ФП после отмены ААТ составила 79,2%, 70,5% и 68,9% через 6, 12 и 24 месяца, соответственно, снижение результатов можно объяснить необходимостью возврата ААТ после 24 месяцев 29 пациентам. На рис. 4 подробно представлена эффективность ТЛ ФП в

зависимости от антиаритмической терапии через 12-36 месяцев, получена статистически значимая разница между группами, $p<0,05$

Факторы риска

Однофакторный анализ пропорциональных рисков Кокса (табл. 4) показал, что увеличение возраста на 1 год статистически значимо ассоциировано с увеличением риска возврата аритмии в 1,953 [отношение рисков (ОР) 1,953, 95% доверительный интервал (ДИ) 1,916; 3,993, $p=0,0209$]. Наличие предшествующих КА и диаметр ЛП более 40 мм увеличивают риск рецидива в 1,936 [ОР 1,936, 95% ДИ 1,931; 4,026, $p=0,0370$] и в 1,123 [ОР 1,123, 95% ДИ 1,039; 1,215, $p=0,0036$], соответственно. Увеличение длительности ФП на 1 год и увеличение длительности операции на каждую минуту статистически значимо ассоциировано с увеличением риска рецидива в 1,088 [95% ДИ 1,029; 1,149, $p=0,0028$] и в 1,006 [95% ДИ 1,001; 1,012, $p=0,0265$], соответственно. Тогда как EHRA I-II класс снижает риск возврата аритмии в 3,389 раз [ОР 0,295, 95% ДИ 0,137; 0,635, $p=0,0018$] по отношению к EHRA III-IV.

Многофакторный анализ выполнялся исключительно для переменных с $p<0,15$ при однофакторном анализе. Полученная модель многофакторного анализа пропорциональных рисков Кокса характеризовалась псевдо- R^2 Наджелкерке равным 0,329 и С-индексом Харрелла равным 0,81 ($SE=0,05$). Было установлено, что длительность ФП, предшествующие КА и диаметр ЛП >40 мм являются независимыми факторами риска возврата наджелудочковых тахикардий в послеоперационном периоде.

ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Основной задачей для пациентов с изолированной ФП является поиск малоинвазивных методов лечения. Благодаря работе M. Haïssaguerre et al. (1998) [10] было установлено, что основной мишенью КА при ФП следует считать легочные вены, но эффективность РЧА УЛВ в отношении персистирующей и длитель-

Таблица 2.

Характеристика процедуры

Характеристика	Значение
Ампутация ушка левого предсердия	140 (93,3)
Общее время процедуры, мин (Me (IQR))	220 (188,5-260)
Время аблации, мин (Me (IQR))	68 (59-84)
Восстановление СР в момент аблации, n (%)*	11/92 (12)
ЭИТ на момент окончания операции, n (%)	81 (54)
СР на момент окончания операции, n (%)	142 (94,7)
Послеоперационный период	
СО по плевральным дренажам, мл (Me (IQR))	200 (127,5-300)
Время ИВЛ, часы (Me (IQR) [min-max])	9,4 (7,5-12) [2,9-48]
Койко-день после операции (Me (IQR))	6 (5-7)

Примечание: * - рассматривалось только для пациентов с непароксизмальными формами ФП; СР - синусовый ритм; ЭИТ - электроимпульсная терапия; СО - следовое отделяемое; ИВЛ - искусственная вентиляция легких.

но-персистирующей ФП оказалась крайне низкой [9]. В связи с чем стали разрабатываться альтернативные методы хирургического лечения, приближенные по эффективности к процедуре Cox-Maze, но с меньшей частотой осложнений.

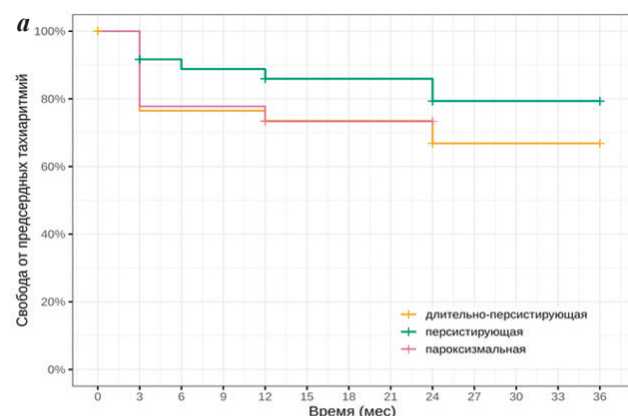
Впервые такой метод предложил в 2005 году R.K.Wolf с коллегами, которые сообщили о применении двусторонней видеоассистированной торакокопии

Таблица 3.

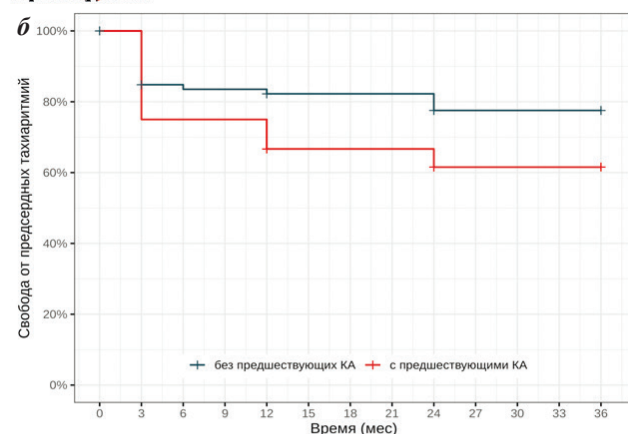
Структура малых осложнений (n=150)

Малые осложнения	Значение
Пневмония, n (%)	1 (0,7)
Пневмоторакс, n (%)	2 (1,3)
Гемоторакс, n (%)	4 (2,7)
Гидроторакс, n (%)	4 (2,7)
Временный паралич ДН, n (%)	4 (2,7)
Всего, n (%)	13 (10,1)

Примечание: ДН - диафрагмальный нерв



Месяцы	3	6	12	24	36
Пароксизмальная	77,8%	77,8%	73,3%	73,3%	-
Персистирующая	91,7%	88,8%	85,9%	79,3%	79,3%
Длительно-персистирующая	76,5%	76,5%	73,5%	66,8%	66,8%



Месяцы	3	6	12	24	36
без КА	84,8%	83,5%	82,2%	77,5%	77,5%
с КА	75,0%	75,0%	66,7%	61,5%	61,5%

Рис. 3. Кривые Каплан-Майера свободы от предсердных тахикардий в зависимости от формы фибрилляции предсердий (а) $p=0,3961$ и от предшествующих катетерных абляций (б) $p=0,404$.

ческой хирургии для лечения ФП. Через 4 года свобода от аритмии при пароксизмальной ФП составила 92%, при персистирующей и при длительно-персистирующей форме ФП - 85% и 75%, соответственно [20]. Рандомизированные клинические исследования FAST и FAST II продемонстрировали высокую эффективность ТЛ ФП 65,6% по сравнению с КА 36,5% ($p=0,002$), но с большей частотой осложнений [29, 30].

Свобода от ФП при ТЛ ФП по данным многоцентрового исследования для пациентов с пароксизмальной формой составила 72,7% (174/241), персистирующей 68,9% (111/161) и 54,2% (32/59) при длительно-персистирующей ФП, а общая эффективность процедуры с ААТ 68,8% (317/461), без ААТ - 63,3% [31]. Эффективность ТЛ ФП нашего центра в отношении персистирующей формы составила 91,7% и 79,3%, длительно-персистирующей 76,5% и 66,8%, пароксизмальной 77,8% и 73,3% через 6 и 12 месяцев, соответственно ($p=0,3961$) (рис. 3а). Полученные результаты аналогичны данным многоцентрового исследования [31].

Снижение эффективности ТЛ ФП в отношении длительно-персистирующей ФП обусловлено, более выраженным фиброзом и ремоделированием левого и правого предсердий. До конца не изучено, улучшают ли эффективность ТЛ дополнительные линии абляции, не входящие в схему «Box lesion» [32].

Эффективность ТЛ ФП в недавнем мета-анализе без приема ААТ составила 77% через 2 года [22], наши показатели через 36 месяцев без ААТ - 68,9% (рис. 4). Это может быть связано с ограниченным контролем сердечного ритма в мета-анализе [22].

В работе R.S.Oakes et al. (2009) говорится о рецидиве ФП после РЧА УЛВ вследствие выраженной степени фиброза устьев ЛВ и ЛП на основании данных магнитно-резонансной томографии [16]. В другом исследовании сообщалось о наличии множества рубцовых изменений ЛП после обширных КА [15]. Данный фактор также может влиять на низкую эффективность ТЛ ФП, по сравнению с пациентами без предшествующих КА.

Внутри представленного нами исследования был также проведен анализ эффективности ТЛ ФП для пациентов с предшествующими КА. При наличии у пациентов неудачных КА эффективность ТЛ ФП в отдаленном периоде наблюдения снижалась до 61,5% в отличие от группы без КА, $p=0,404$ (рис. 3б). Согласно данным S.K.Lim et al. (2020), эффективность ТЛ ФП через 5 лет в группе с предшествующей КА $55,3\pm 11,0\%$ и без КА $55,7\pm 5,1\%$ была также сопоставима ($p=0,690$) [33].

Однофакторный анализ пропорциональных рисков Кокса показал, что наличие неудачных предшествующих КА увеличивает риск возврата аритмии в 1,936 раз. Выраженный спаечный процесс и фиброз в области устьев ЛВ (рис. 1д) преобладал у пациентов с предшествующими КА, что существенно увеличивало риски кровотечения и время операции. В связи с чем в ряде случаев выполнение ТЛ ФП можно рекомендовать первым этапом с целью уменьшения рисков интраоперационных осложнений. Однофакторный анализ Кокса

са показал, что диаметр ЛП более 40 мм увеличивает риск срыва ритма в 1,123. Ранее, было сообщено, что при LAVI>34 мл/м² эффективность ТЛ ФП 77,8%, при LAVI<34 мл/м² - 88,9% [27].

Полученные результаты проведенного нами исследования согласуются с данными исследований C.Yu et al. (2021). Многофакторный регрессионный анализ Кокса в исследовании C.Yu et al. (2021) показал, что диаметр ЛП >40 мм [ОР 2,837, 95% ДИ 1,408; 5,716; p=0,004] и возраст >50 лет [ОР 2,927, 95% ДИ 1,359; 6,305; p=0,006] были связаны с рецидивом предсердных тахикардий [34]. Факторы риска, представленные в исследовании C.van Laar et al. (2019): женский пол, послеоперационное ФП в госпитальном периоде, длительный анамнез ФП, митральная регургитация являлись независимыми предикторами рецидива ФП, что ранее было отражено и в других исследованиях в отношении катетерных аблаций и процедуры Cox-Maze [31].

Катетерные аблации после ТЛ ФП через 3 месяца потребовались в 14,7% (n=22) и в 4,7% (n=7) через 12 месяцев, соответственно. Преимущественно пациентам выполнялась абляция в области задней стенки ЛП, в частности завершали формирование верхней и нижней линии по задней стенке ЛП. При высокоплотном картировании легочных вен, последние были изолированы у всех пациентов, что еще раз подтверждает почти 100% эффект достижения трансмуральности при использовании биполярного РЧ электрода. У 4 пациентов на начало КА регистрировалось типичное ТП, в связи с чем была выполнена РЧА кавотрикуспидального истмуса, с восстановлением синусового ритма у всех пациентов в момент аблации. В раннем периоде наблюдения эффективность этапного лечения ФП достигала 100%, но ко второму году имела тенденцию к снижению до 82,9%.

В нашем исследовании общая частота больших осложнений составила 0,7%, малых - 10,1%, что также

сопоставимо с данными ранее опубликованных работ. E.Beyer et al. [35], впервые отметили в своем исследовании 13% частоту осложнений (имплантация кардиостимулятора, повреждение диафрагмального нерва, послеоперационный гемоторакс и транзиторная ишемическая атака), 30-дневные осложнения в мета-анализе составили 7,6% [31]. В работе L.M.Vos et al. (2018) частота больших осложнений составила 3,2%, малых осложнений - 8,1% [36].

Важным преимуществом ТЛ ФП является возможность ампутации ушка ЛП. Сегодня не существует единого мнения в отношении оптимальной профилактики тромбоэмболических событий у пациентов с ФП. Однако, доказано, что до 90-95% всех тромбов у больных с неклапанной ФП формируется в ушке ЛП [37-39]. В связи с чем огромное клиническое значение

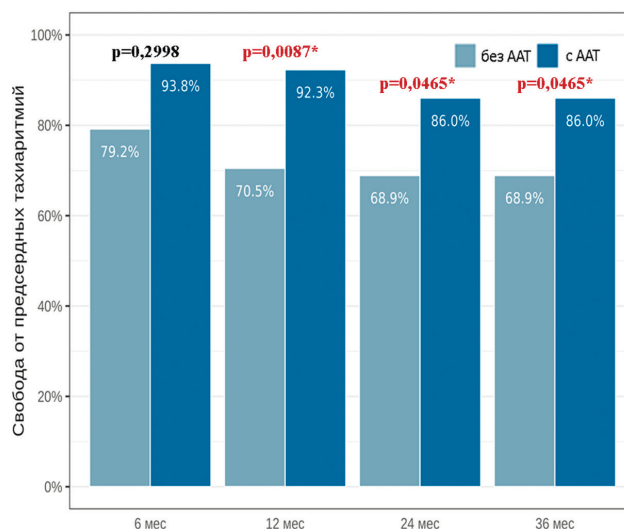


Рис. 4. Свобода от предсердных тахикардий в зависимости от антиаритмической терапии (ААТ).

Примечание: * - статистически значимая разница между группами при p<0,05.

Таблица 4.

Однофакторный и многофакторный анализ пропорциональных рисков Кокса

Предиктор	Однофакторный анализ			Многофакторный анализ		
	ОР	95% ДИ	p	ОР	95% ДИ	p
Мужской пол	1,159	0,527; 2,549	0,7130			
Возраст	1,953	1,916; 3,993	0,0209	0,957	0,912; 1,004	0,07
Возраст > 50 лет	1,458	1,213; 2,985	0,0458			
Индекс массы тела ≥ 28 кг/м ²	1,459	0,678; 3,137	0,3341			
Персистирующая форма ФП	0,570	0,214; 1,520	0,2617			
Длительно-персистирующая ФП	1,125	0,494; 2,561	0,7795			
Длительность ФП, лет	1,088	1,029; 1,149	0,0028	1,062	1,001; 1,128	0,0477
EHRA I-II	0,295	0,137; 0,635	0,0018	0,405	0,166; 0,992	0,0481
CHA ₂ DS ₂ -VASc	0,860	0,636; 1,162	0,3261			
HAS-BLED	0,601	0,345; 1,048	0,0726			
Предшествующие катетерные аблации	1,936	0,931; 4,026	0,0370	1,917	0,897; 4,098	0,043
Фракция выброса левого желудочка	0,994	0,938; 1,053	0,8410			
Диаметр левого предсердия >40 мм	1,123	1,039; 1,215	0,0036	1,123	1,032; 1,222	0,007
Время операции	1,006	1,001; 1,012	0,0265			

Примечание: ОР- отношение рисков; ДИ - доверительный интервал; ФП - фибрилляция предсердий.

имеет изоляция или удаление ушка ЛП, как альтернативный вариант антикоагулянтной терапии.

В настоящее время выделяют следующие хирургические методы удаления/исключения из кровотока ушка ЛП: (1) техника разреза и сшивания; (2) клипирование; (3) окклюзия; (4) прошивания степлером и отсечение [40, 41]. В ранних исследованиях говорится, что удаление ушка ЛП с использованием эндоскопического режущо-сшивающего аппарата увеличивает риск интраоперационного кровотечения за счет разрыва тканей ЛП под линией скоб [42]. Эффективность и безопасность современных устройств стала существенно выше в связи с изменением линии скоб и наличия механизированного режущо-сшивающего обеспечения [43].

В нашем центре предпочтение отдается эндоскопическому режущо-сшивающему аппарату, который хорошо зарекомендовал себя при проведении ТЛ ФП. Ампутация ушка ЛП была выполнена в 93,3% (n=140). Все анастомозы в области культи ушка ЛП были состоятельны. После ампутации ушка ЛП восстановление синусового ритма зарегистрировано у 4/92 (4,34%) пациентов с длительно-персистирующей ФП. L.Di Biase et al. (2016) показали, что изоляция ушка ЛП улучшила показатели свободы от ФП/ТП у пациентов с длительно-персистирующей формой ФП [44]. Однако A.Romanov et al. (2016) не наблюдали снижения частоты рецидивов ФП после ампутации ушка ЛП при ТЛ ФП [45].

Таким образом, общая эффективность ТЛ ФП в отдаленном периоде наблюдения составила 72,5%, что

сопоставимо с общемировыми данными. После отмены ААТ свобода от любых предсердных тахикардий составила 79,2%, 70,5% и 68,9% через 6, 12 и 24 месяца, соответственно. Важными факторами риска возврата аритмии после ТЛ ФП следует считать возраст пациента, длительность ФП, предшествующие катетерные абляции и диаметр ЛП более 40 мм.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Торакоскопическое лечение ФП следует считать перспективным методом устранения аритмии как для пациентов с пароксизмальной формой ФП после неудачных катетерных абляций, так и для пациентов с персистирующей и длительно-персистирующей ФП. Двухэтапный подход существенно улучшает эффективность ТЛ ФП, в частности у пациентов с непароксизмальными формами ФП.

Важными факторами риска возврата аритмии после ТЛ ФП следует считать возраст пациента, длительность ФП, предшествующие катетерные абляции и диаметр левого предсердия более 40 мм. Полученные результаты требуют дальнейшего изучения данной проблемы для повышения качества ТЛ ФП и определения оптимального набора линий, учитывая предикторы возврата аритмии. Также требуется проведение крупных рандомизированных исследований по изучению профилактики тромбоэмболических событий и антиаритмического эффекта удаления ушка левого предсердия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Benjamin EJ, Muntner P, Alonso A, et al. Heart disease and stroke Statistics-2019 update: A report from the American Heart Association. *Circulation*. 2019;139: 56-528. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000659>.
2. Krijthe BP, Kunst A, Benjamin EJ, et al. Projections on the number of individuals with atrial fibrillation in the European Union, from 2000 to 2060. *Eur Heart J*. 2013;34: 2746-51. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehd280>.
3. Staerk L, Sherer JA, Ko D, et al. Atrial fibrillation: epidemiology, pathophysiology, and clinical outcomes. *Circ Res*. 2017;120: 1501-17. <https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.117.309732>.
4. Hindricks G, Potpara T, Dagres N, et al. 2020 ESC Guidelines for the diagnosis and management of atrial fibrillation developed in collaboration with the European Association of Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). *Eur Heart J*. 2021;42: 373-498. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehaa945>.
5. Kawabata M, Goya M, Maeda S, et al. A survey of direct oral anticoagulant cessation in general surgery and outcomes in patients with nonvalvular atrial fibrillation. *Int Heart J*. 2020;61: 905-12. <https://doi.org/10.1536/ihj.19-625>.
6. Prasad SM, Maniar HS, Camillo CJ, et al. The Cox maze III procedure for atrial fibrillation: long-term efficacy in patients undergoing lone versus concomitant procedures. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2003;126: 1822-1828. [https://doi.org/10.1016/s0022-5223\(03\)01287-x](https://doi.org/10.1016/s0022-5223(03)01287-x).
7. Cox JL. The longstanding, persistent confusion surrounding surgery for atrial fibrillation. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2010;139: 1374-86. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2010.02.027>.
8. Verma A, Jiang CY, Betts TR, et al., for the STAR AF II Investigators. Approaches to catheter ablation for persistent atrial fibrillation. *N Engl J Med*. 2015;7(372): 1812-22. <https://doi.org/10.1016/j.ahj.2012.04.002>.
9. Tilz RR, Rillig A, Thum AM, et al. Catheter ablation of long-standing persistent atrial fibrillation: 5-year outcomes of the Hamburg Sequential Ablation Strategy. *J Am Coll Cardiol*. 2012;60: 1921-1929. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2012.04.060>.
10. Haïssaguerre M, Jaïs P, Shah DC, et al. Spontaneous initiation of atrial fibrillation by ectopic beats originating in the pulmonary veins. *N Engl J Med*. 1998; 339: 659-666. <https://doi.org/10.1056/NEJM199809033391003>.
11. DeWith RR, Marcos EG, Van Gelder IC, et al. Atrial fibrillation progression and outcome in patients with young-onset atrial fibrillation. *Europace*. 2018;20: 1750-7. <https://doi.org/10.1093/europace/euy028>.
12. Артюхина ЕА, Дедух ЕВ, Яшков МВ. Этапный хирургический и катетерный подход к лечению длительно-персистирующей фибрилляции предсердий. Российский кардиологический журнал. 2019;(7): 96-98. [Artyukhina EA, Dedukh EV, Yashkov MV. Stage surgical and catheter approach to the treatment of long-persistent atrial fibrillation. *Russian Journal of Cardiology*. 2019;(7): 96-98. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2019-7-96-98>.
13. Berger WR, Meulendijks ER, Limpens J, et al. Persistent atrial fibrillation: a systematic review and me-

- ta-analysis of invasive strategies. *Int J Cardiol.* 2019;278: 137-43. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2018.11.127>.
14. Demarchi A, Neumann L, Rordorf R, et al. Long-term outcome of catheter ablation for atrial fibrillation in patients with severe left atrial enlargement and reduced left ventricular ejection fraction. *Europace.* 2021;17: 213. <https://doi.org/10.1093/europace/euab213>.
 15. Nuhlich JM, Geisler AC, Steven D, et al. Active atrial function and atrial scar burden after multiple catheter ablations of persistent atrial fibrillation. *Pacing Clin Electrophysiol.* 2017;40: 175-82. <https://doi.org/10.1111/pace.13004>.
 16. Oakes RS, Badger TJ, Kholmovski EG, et al. Detection and quantification of left atrial structural remodeling with delayed-enhancement magnetic resonance imaging in patients with atrial fibrillation. *Circulation.* 2009;119: 1758-67. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.108.811877>.
 17. Hindricks G, Potpara T, Dagres N, et al. Рекомендации ESC 2020 по диагностике и лечению пациентов с фибрилляцией предсердий, разработанные совместно с Европейской ассоциацией кардиоторакальной хирургии (EACTS). Российский кардиологический журнал. 2021;26(9):4701. [Hindricks G, Potpara T, Dagres N, et al. 2020 ESC Guidelines for the diagnosis and management of atrial fibrillation developed in collaboration with the European Association of Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). *Eur Heart J.* 2021; 42: 373-498. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehaa945>.
 18. Badhwar V, Rankin JS, Damiano RJ, et al. The Society of Thoracic Surgeons 2017 clinical practice guidelines for the surgical treatment of atrial fibrillation. *Ann Thorac Surg.* 2017;103: 329-41. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2016.10.076>.
 19. Cox JL, Malaisrie SC, Kislitsina ON, et al. The Electrophysiologic basis for lesions of the contemporary Maze operation. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2019;157: 584-90. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2018.08.007>.
 20. Wolf RK, Schneeberger EW, Osterday R, et al. Video-assisted bilateral pulmonary vein isolation and left atrial appendage exclusion for atrial fibrillation. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2005;130: 797-802. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2005.03.041>.
 21. Guo H, Qing H, Zhang Y, et al. Stand-alone surgical ablation for atrial fibrillation: a novel bilateral double-port approach. *J Thorac Dis.* 2019;11: 1989-95. <https://doi.org/10.21037/jtd.2019.04.98>.
 22. van Laar C, Kelder J, van Putte BP. The totally thoracoscopic maze procedure for the treatment of atrial fibrillation. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2017;24: 102-111. <https://doi.org/10.1093/icvts/ivw311>.
 23. Hu QM, Li Y, Xu CL, et al. Analysis of risk factors for recurrence after video-assisted pulmonary vein isolation of lone atrial fibrillation-results of 5 years of follow-up. *J. Thorac Cardiovasc Sur.* 2014;148: 2174-80. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2013.10.054>.
 24. Saini A, Hu Y, Kasirajan V, et al. Long-term outcomes of minimally invasive surgical ablation for atrial fibrillation: A single-center experience. *Heart Rhythm.* 2017;14: 1281-1288. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2017.04.029>.
 25. Нардая ШГ, Рзаев ФГ, Мустапаева ЗВ, и др. Электрофизиологические предикторы эффективности радиочастотной «антральной» абляции легочных вен и левого предсердия у пациентов с персистирующей формой фибрилляции предсердий. *Сибирский журнал клинической и экспериментальной медицины.* 2015;30(1): 44-49. [Nardaia SG, Rzaev FG, Mustapaeva ZV, et al. Electrophysiological predictors of effectiveness of RFA of persistent atrial fibrillation. *The Siberian Journal of Clinical and Experimental Medicine.* 2015;30(1):44-49. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.29001/2073-8552-2015-30-1-44-49>.
 26. Calkins H, Hindricks G, Cappato R, et al. HRS/EHRA/ECAS/APHRS/ SOLAECE expert consensus statement on catheter and surgical ablation of atrial fibrillation. *Heart Rhythm.* 2017;14(10): 275-444. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2017.05.012>.
 27. Ревিশвили АШ, Кадырова М, Попов ВА, и др. Влияние индексируемого объема левого предсердия на эффективность торакоскопического лечения фибрилляции предсердий. Медицинская визуализация. 2022;26(3): 22-33. [Revishvili ASH, Kadirova M, Popov VA, et al. Influence of Left Atrium Volume Index on effectiveness of Thoracoscopic Ablation in the Treatment of Atrial Fibrillation. *Medical Visualization.* 2022;26(3): 22-33. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-1162>.
 28. Ревিশвили АШ, Таймасова ИА, Артюхина ЕА, и др. Среднесрочные результаты торакоскопического и гибридного лечения фибрилляции предсердий. Вестник аритмологии. 2021;28(3): 5-12. [Revishvili ASH, Taimasova IA, Artyukhina EA, et al. Mid-term outcomes of thoracoscopic and hybrid therapy of atrial fibrillation. *Journal of Arrhythmology.* 2021;28(3): 5-12. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.35336/VA-2021-3-5-12>.
 29. Boersma LV, Castella M, van Boven W, et al. Atrial fibrillation catheter ablation versus surgical ablation treatment (FAST): a 2-center randomized clinical trial. *Circulation.* 2012;125: 23-30. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.111.074047>.
 30. Sindby JE, Vadmann H, Lundbye-Christensen S, et al. Percutaneous versus thoracoscopic ablation of symptomatic paroxysmal atrial fibrillation: a randomised controlled trial-the FAST II study. *J Cardiothorac Surg.* 2018;13: 101. <https://doi.org/10.1186/s13019-018-0792-8>.
 31. van Laar C, Bentala M, Weimar T, et al. Thoracoscopic ablation for the treatment of atrial fibrillation: a systematic outcome analysis of a multicentre cohort. *Europace.* 2019; 1;21(6): 893-899. <https://doi.org/10.1093/europace/euy323>.
 32. Wesselink R, Neefs J, van den Berg NWE, et al. Does left atrial epicardial conduction time reflect atrial fibrosis and the risk of atrial fibrillation recurrence after thoracoscopic ablation? Post hoc analysis of the AFACT trial. *BMJ Open.* 2022;12(3): 829. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2021-056829>.
 33. Lim SK, Kim JY, On YK, et al. Mid-Term Results of Totally Thoracoscopic Ablation in Patients with Recurrent Atrial Fibrillation after Catheter Ablation. *Korean J Thorac Cardiovasc Surg.* 2020;53(5): 270-276. <https://doi.org/10.5090/kjtcs.19.059>.
 34. Yu C, Li H, Zhang H, et al. Midterm results of stand-alone thoracoscopic epicardial ablation with box lesion

- for atrial fibrillation. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2021;18;33(3): 354-361. <https://doi.org/10.1093/icvts/ivab148>.
35. Beyer E, Lee R, Lam BK. Point: Minimally invasive bipolar radiofrequency ablation of lone atrial fibrillation: early multicenter results. *Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 2009;137(3): 521-526. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2008.11.031>.
36. Vos LM, Kotecha D, Geuzebroek GSC, et al. Totally thorascopic ablation for atrial fibrillation: a systematic safety analysis. *Europace*. 2018;1;20(11): 1790-1797. <https://doi.org/10.1093/europace/eux385>.
37. Пиданов ОЮ, Богачев-Прокофьев АВ, Елесин ДА и др. Торакоскопическая абляция для лечения пациентов с изолированной формой фибрилляции предсердий в России. Патология кровообращения и кардиохирургия. 2018;22(2): 14-21. [Pidanov OYu, Bogachev-Prokophiev AV, Elesin DA, et al. Thorascopic ablation for treatment of patients with lone atrial fibrillation in Russia. *Circulation Pathology and Cardiac Surgery*. 2018;22(2): 14-21. (In Russ.)]. <http://doi.org/10.21688/1681-3472-2018-2-14-21>.
38. Prosper A, Shinbane J, Maliglig A, et al. Left Atrial Appendage Mechanical Exclusion: Procedural Planning Using Cardiovascular Computed Tomographic Angiography. *J Thorac Imaging*. 2020; 35(4): 107-118. <https://doi.org/10.1097/RTI.0000000000000504>.
39. Cresti A, García-Fernández MA, Sievert H, et al. Prevalence of extra-appendage thrombosis in non-valvular atrial fibrillation and atrial flutter in patients undergoing cardioversion: a large transoesophageal echo study. *EuroIntervention*. 2019;15: 225-30 <https://doi.org/10.4244/EIJ-D-19-00128>.
40. Hildick-Smith D, Landmesser U, Camm AJ, et al. Left atrial appendage occlusion with the Amplatzer™ Amulet™ device: full results of the prospective global observational study. *Eur Heart J*. 2020; 41: 2894-901. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehaa169>.
41. Lee R, Vassallo P, Kruse J, et al. A randomized, prospective pilot comparison of 3 atrial appendage elimination techniques: internal ligation, stapled excision, and surgical excision. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2016;152: 1075-80. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2016.06.009>.
42. Gillinov AM, Pettersson G, Cosgrove DM. Stapled excision of the left atrial appendage. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2005;129: 679-80. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2004.07.039>.
43. Yan T, Zhu S, Zhu M, et al. Clinical Performance of a Powered Surgical Stapler for Left Atrial Appendage Resection in a Video-Assisted Thorascopic Ablation for Patients with Nonvalvular Atrial Fibrillation. *Int Heart J*. 2021;30;62(4): 764-770. <https://doi.org/10.1536/ihj.20-765>.
44. Di Biase L, Burkhardt JD, Mohanty P, et al. Left atrial appendage isolation in patients with longstanding persistent AF undergoing catheter ablation: BELIEF trial. *J Am Coll Cardiol*. 2016;68: 1929-40. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2016.07.770>.
45. Romanov A, Pokushalov E, Elesin D, et al. Effect of left atrial appendage excision on procedure outcome in patients with persistent atrial fibrillation undergoing surgical ablation. *Heart Rhythm*. 2016;13: 1803-9. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2016.05.012>.