

Рубрика: хирургическая аритмология

© Л.А. БОКЕРИЯ, О.Л. БОКЕРИЯ, М.Б. БИНИАШВИЛИ, Г.А. ЮРКУЛИЕВА, М.И. ГУРИНА, 2021

© АННАЛЫ АРИТМОЛОГИИ, 2021

УДК 616.12-008.313.2:616.12-008.46]-089

DOI: 10.15275/annaritmol.2021.4.1

СОЧЕТАННАЯ ХИРУРГИЯ ФИБРИЛЛЯЦИИ ПРЕДСЕРДИЙ И ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНИ СЕРДЦА

Тип статьи: обзорная статья

Л.А. Бокерия, О.Л. Бокерия, М.Б. Биниашвили, Г.А. Юркулиева, М.И. Гурина

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева» (президент – академик РАН и РАМН Л.А. Бокерия) Минздрава России, Рублевское ш., 135, Москва, 121552, Российская Федерация

Бокерия Лео Антонович, д-р мед. наук, профессор, академик РАН, президент,
orcid.org/0000-0002-6180-2619

Бокерия Ольга Леонидовна, д-р мед. наук, профессор, чл.-корр. РАН; orcid.org/0000-0002-7711-8520
Биниашвили Михаил Борисович, канд. мед. наук, вед. науч. сотр., сердечно-сосудистый хирург;
orcid.org/0000-0003-2988-309X

Юркулиева Гюлсуна Абдулвагабовна, кардиолог; orcid.org/0000-0003-2467-2613,
e-mail: Yurkulieva1991gulya@mail.ru

Гурина Маргарита Игоревна, аспирант; orcid.org/0000-0003-0046-2697

Фибрилляция предсердий (ФП) связана с повышенным риском смертности и заболеваемости на всех этапах ведения пациентов. Несмотря на действующие рекомендации по лечению аритмии, а именно по выполнению одномоментной хирургической аблации во время операции аортокоронарного шунтирования (АКШ), в большинстве случаев пациентам с сопутствующими нарушениями ритма хирургическая аблация интраоперационно не проводится.

В статье обобщен современный опыт клинического применения различных методов хирургического лечения ФП во время операции АКШ. В расширенный метаанализ включены результаты 25 зарубежных и отечественных клинических исследований, посвященных выполнению сочетанной хирургической аблации и АКШ в период с января 2000 по март 2020 г. Из них 13 исследований оценивают эффективность хирургической аблации ФП у пациентов, которым выполнено АКШ, в то время как остальные 12 сообщают о результатах сочетанных кардиохирургических вмешательств с анализом аритмии в подгруппах. Всего в 4 исследованиях выполнена классическая операция «Лабиринт», в них отмечена наибольшая эффективность в лечении предсердных тахикардий у пациентов с сочетанной патологией. В 98% случаев у пациентов не выявлено пароксизмов аритмии в течение 1 года и в 76% – в течение 5 лет, в то время как при использовании менее инвазивных процедур аблации прослеживалась большая вариабельность эффективности – в пределах от 35 до 93%.

В представленном анализе исследований не отмечается рост заболеваемости или смертности при выполнении сочетанных вмешательств. Полученные результаты свидетельствуют о целесообразности более широкого использования сочетанных методов хирургической аблации и АКШ в клинической практике.

Ключевые слова: фибрилляция предсердий, аортокоронарное шунтирование, операция «Лабиринт», хирургическая аблация

CONCOMITANT SURGERY FOR ATRIAL FIBRILLATION AND ISCHEMIC HEART DISEASE

L.A. Bockeria, O.L. Bockeria, M.B. Biniashvili, G.A. Yurkulieva, M.I. Gurina

Bakoulev National Medical Research Center for Cardiovascular Surgery, Moscow, 121552, Russian Federation

Leo A. Bockeria, Dr. Med. Sc., Professor, Academician of Russian Academy of Sciences and Russian Academy of Medical Sciences, President; orcid.org/0000-0002-6180-2619

Ol'ga L. Bockeria, Dr. Med. Sc., Professor, Corresponding Member of RAS; orcid.org/0000-0002-7711-8520

Mikhail B. Biniashvili, Cand. Med. Sc., Leading Researcher; orcid.org/0000-0003-2988-309X

Gyulsuna A. Yurkulieva, Cardiologist; orcid.org/0000-0003-2467-2613, e-mail: Yurkulieva1991gulya@mail.ru

Margarita I. Gurina, Postgraduate; orcid.org/0000-0003-0046-2697

Atrial fibrillation is associated with high risk of all-cause mortality and morbidity. Despite the actual guidelines recommending management of atrial fibrillation, such as surgical ablation at the time of coronary artery bypass surgery, most patients with atrial fibrillation and coronary artery disease do not receive concomitant surgical ablation. This review reports the modern experience of different surgical ablation techniques used for the treatment of atrial fibrillation during coronary artery bypass. Extended meta-analysis includes Russian and worldwide studies reporting outcomes of concomitant atrial fibrillation surgical ablation and coronary artery bypass grafting between January 2000 and March 2020. Thirteen studies exclusively reported outcomes of surgical ablation in patients undergoing coronary artery bypass, whereas the remaining twelve reported outcomes of concomitant cardiac surgery with subgroup analysis. Only four studies performed the concomitant Cox maze procedure, data reports improved efficiency in management of atrial tachyarrhythmia in patients with comorbidity. Freedom from atrial tachyarrhythmia was reported as high as 98% at 1 year and 76% at 5 years with Cox maze procedure, whereas lesser lesion sets had more variable outcomes, ranging from 35% to 93%. In the review the addition of surgical ablation was not associated with increased morbidity and mortality. The results indicate the feasibility of widespread use of combined technique of surgical ablation and coronary artery bypass grafting in clinical practice.

Keywords: atrial fibrillation, maze procedure, mitral valve

Введение

Фибрилляция предсердий (ФП) — самая распространенная и устойчивая аритмия среди всех нарушений ритма сердца с ежегодным ростом заболеваемости и смертности во всем мире [1]. Аритмия часто диагностируется в совокупности с сочетанными патологиями и может быть следствием сердечно-сосудистых осложнений [2, 3]. Увеличение левого предсердия (ЛП), ишемия предсердий и фиброз являются предрасполагающими факторами возникновения пароксизмов ФП [4]. По данным ряда клинических исследований было показано, что пациенты, поступившие на хирургическое лечение с наличием ФП в анамнезе, имеют более низкий процент выживаемости [5–7]. Более того, после выполнения хирургической аблации ФП происходит снижение смертности в раннем, в течение 30 дней, послеоперационном периоде, а также снижение риска возникновения таких отдаленных осложнений, как инсульт и транзиторная ишемическая атака, спустя год и более после операции [8, 9].

Очевидная взаимосвязь между наличием дооперационной ФП и высоким риском смертности и послеоперационных осложнений определила разработку в 2017 г. Ассоциацией сердечно-сосудистых хирургов (Society of Thoracic Surgeons — STS) и Американской ассоциацией торакальных хирургов (American Association for

Thoracic Surgery) рекомендаций и согласительных документов по хирургическому лечению ФП, в которых рекомендовано одномоментное выполнение хирургической аблации в ходе операции по сопутствующей патологии сердца (операции на митральном клапане, аортальном клапане, АКШ и т. д.) для восстановления синусового ритма с классом доказательности I или IIa [9, 10].

Последний анализ клинических исследований, включенных в базу STS, показал, что одномоментная хирургическая коррекция ФП при митральных пороках проводится в 70% случаев, а при выполнении АКШ — лишь в 33% случаев. Очевидно, что в России этот показатель еще ниже. Несмотря на значительный прогресс в области разработок и внедрения новых перспективных методов хирургического лечения ФП, сегодня можно констатировать, что более чем в 65% случаев выполнения АКШ пациенты остаются с неизлеченными аритмиями, основная доля которых приходится на пароксизмы ФП [8].

Механизм ФП у пациентов с коронарной патологией еще не изучен до конца и, вероятно, отличается у пациентов с ФП и клапанной патологией или без какой-либо органической патологии сердца. Такие экстракардиальные факторы риска, как возраст, гипертензия, ожирение являются актуальными как для пациентов с ФП, так и для пациентов с ишемической болезнью

сердца (ИБС). Пациенты с ИБС и вновь выявленной ФП имеют повышенный риск развития острого коронарного синдрома и смертности от сердечно-сосудистых осложнений [11]. Нарушения проводимости возбуждения и реполяризации предсердий вызывают устойчивые тахикардии, более того, ишемия предсердий может быть триггером развития ФП [4, 12]. До 10% пациентов, перенесших АКШ, имеют уже длительно персистирующую ФП в анамнезе, поэтому хирургическая реваскуляризация сама по себе не дает должного эффекта и не приводит к восстановлению стабильного синусового ритма в большинстве случаев [13]. Восстановление сердечного ритма, в том числе по причине кардиоверсии, которое выполняют при операциях АКШ, наблюдается в среднем у 62% пациентов, но с непродолжительным эффектом. Мало кто из этих пациентов (всего лишь 8%) сохранял синусовый ритм в течение 6 мес после операции [14, 15]. Кроме того, персистирующая форма ФП во время проведения АКШ – фактор риска увеличения внутрибольничной смертности, ранних и отдаленных послеоперационных осложнений [14, 16]. В сопоставимых группах пациентов, перенесших АКШ с исходной ФП или без нее, M.A. Quader et al. показали увеличение смертности более чем на 20% через 10 лет после выполненной операции АКШ у пациентов с исходной ФП [5]. Среди пациентов, перенесших только изолированное АКШ, наличие ФП до операции было связано со значительным риском послеоперационных осложнений, а риск инсульта был повышен в два раза. Изученные данные определяют целесообразность проведения одномоментной хирургической аблации ФП в ходе операции АКШ с целью сокращения рисков послеоперационных осложнений и дальнейшего роста смертности в отдаленном периоде.

Разработанная J.L. Cox в 1987 г. операция «Лабиринт», в частности ее последняя модификация, признана «золотым стандартом» хирургического лечения ФП [17]. Указанная операция была разработана на основе экспериментальных и клинических моделей, касающихся электрофизиологических особенностей ФП. Операция «Лабиринт» включает создание линий электрической изоляции в миокарде предсердий с помощью техники «разрез–шов» (cut-and-sew technique) или криоаблации, которые прерывают множественные круги макрориентри, обуславливающие ФП. Повреждения в области правого и левого предсердий прерывают большинство кругов мак-

рориентри и обуславливают продвижение электрического импульса, исходящего из синоатриального узла к атриовентрикулярному узлу через специфический маршрут, что позволяет электрически координированно активировать предсердный миокард. На протяжении последних 20 лет многие медицинские центры подтвердили превосходные результаты классической операции «Лабиринт» с восстановлением синусового ритма у 75–95% прооперированных пациентов, снижением у них отдаленного риска развития тромбоэмболических осложнений и низкой частотой операционной смертности [18].

В России классическая операция «Лабиринт» впервые выполнена в Научном центре сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева академиком РАН Л.А. Бокерия в 1992 г. Несмотря на то, что операция модифицирована с применением новых альтернативных методов аблации, таких как криоаблация и радиочастотная аблация (РЧА), фактически она остается самым эффективным методом лечения ФП из всех существующих на сегодняшний день [19]. Одну из последних ее модификаций – операцию «Лабиринт ППБ» активно применяют в лечении ФП, сочетающейся с другой кардиальной патологией [20].

В 2003 г. R.J. Damiano Jr. et al. опубликовали результаты выполнения классической операции «Лабиринт» в сочетании с АКШ, в которых показали 100% эффективность устранения ФП у пациентов в течение 10 лет, значительное снижение инсультов в отдаленном периоде и уменьшение рисков осложнений. В данном исследовании описан лишь один отдаленный рецидив спустя 10,5 лет после операции [21]. По причине технической сложности немногие хирурги используют классическую операцию наряду с плановой операцией АКШ. В 2002 г. процедура «Лабиринт» (Cox maze IV) впервые была выполнена с использованием биполярного радиочастотного воздействия и криоаблации для замены большинства линий хирургической изоляции [22, 23]. Это привело к более широкому использованию методов хирургической аблации у пациентов как с изолированной формой ФП, так и в сочетании с клапанной патологией и ИБС [24]. Основные преимущества новых методов хирургической аблации заключаются в несложной технике выполнения, сокращении времени проведения и невысокой частоте осложнений. Позднее M.R. Schill et al. опубликовали результаты исследования пациентов после операции Cox maze IV и АКШ с 98% свободой от предсердных

тахикардии в течение первого года, причем 88% пациентов не нуждались в антиаритмической терапии [25].

Интересные данные предоставили N. Ad et al., согласно которым дополнительное проведение операции «Лабиринт» в сочетании с протезированием аортального клапана или АКШ не приводит к увеличению заболеваемости и смертности [26]. Несмотря на эти обстоятельства, только 33% пациентам с АКШ выполняют сочетанную хирургическую абляцию при ФП и в двух случаях из трех ФП остается без лечения [8]. Классическая операция «Лабиринт» требует выполнения атриотомии, в связи с чем многие хирурги неохотно добавляют данную технику к стандартной процедуре АКШ, где не требуются дополнительные разрезы, отдавая предпочтение менее инвазивному вмешательству, ограниченному воздействию на ЛП (эпикардальная радиочастотная абляция устьев легочных вен), или вовсе не используют преимущество данных методик для лечения ФП у больных ИБС.

В настоящее время нет единого мнения относительно выбора стратегии и методов хирургической абляции во время проведения АКШ. Ниже рассмотрены данные отечественных и зарубежных клинических исследований, представленные в виде публикаций за период с января 2000 по март 2020 г., оценивающих эффективность хирургического лечения ФП в сочетании с АКШ.

Хирургическая абляция фибрилляции предсердий в сочетании с аортокоронарным шунтированием. Клинические исследования за период с 2000 по 2020 г.

Анализируя клинические исследования, следует отметить интересные работы Л.А. Бокерия и др., а также R.V. Schuessler et al., которые проводили расширенный метаанализ результатов хирургической абляции ФП при клапанной патологии сердца и ИБС [27, 28]. Для поиска публикаций по сочетанному выполнению хирургического лечения ФП и АКШ использованы поисковые системы зарубежной и отечественной литературы PubMed и eLibrary за период с 2000 по 2020 г. Ключевыми словами, использованными при поиске, были «фибрилляция предсердий», «хирургическая абляция», «абляция», «Лабиринт», «легочные вены», «аортокоронарное шунтирование».

При анализе данных из соответствующих источников была получена следующая информа-

ция: имя первого автора, год публикации, образование, период исследования, характеристики участников (средний возраст, количество участников, пол, размер выборки), вид операции (с искусственным кровообращением (ИК), без ИК), детали хирургической абляции (источник энергии, очаги повреждений, особенности ЛП, длительность лечения), методы контроля сердечного ритма (электрокардиограмма (ЭКГ), холтеровское мониторирование, параметры кардиостимулятора), информация об исходе ФП (форма ФП, способ обнаружения ФП, восстановление ритма и антиаритмические препараты, время наблюдения), а также общая информация о результатах исследования (ранняя и поздняя смертность, частота инсультов и т. д.).

В общей сложности из 25 включенных исследований 13 были посвящены хирургическому лечению ФП у пациентов после АКШ [21, 25, 29–40]. Данные о пациентах с АКШ были извлечены из группового анализа остальных 12 исследований, в которых в основном сообщалось о сопутствующих кардиохирургических результатах [41–53]. Операция «Лабиринт» в полном объеме была проведена лишь в 4 (17%) исследованиях. В 6 исследованиях выполнена эпикардальная радиочастотная абляция устьев легочных вен (25%).

Пятнадцать исследований использовали РЧА для хирургического лечения ФП, из которых в трех проводилась изолированная абляция устьев всех легочных вен единым блоком по методике box lesion (рис. 1). В одном из изученных исследований сравнивали абляцию устьев всех

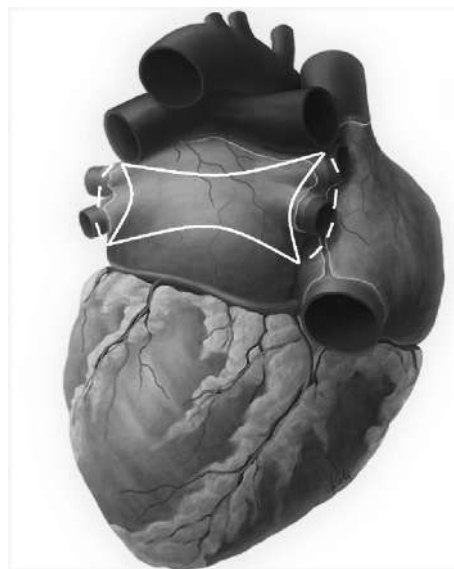


Рис. 1. Абляция легочных вен единым блоком по методике box lesion

легочных вен единым блоком с модифицированной операцией mini-maze [39]. В 9 (36%) из 25 исследований операции выполнены без использования аппарата ИК.

В 4 (16%) исследованиях сообщалось о результатах лечения только пароксизмальной формы ФП, в 9 (36%) исследованиях – непароксизмальной формы ФП (персистирующей, длительно персистирующей, хронической, постоянной) и в 12 (48%) исследованиях – о результатах в смешанной популяции пациентов. В большинстве исследований применяли биполярную РЧА для создания блока проведения электрического импульса (64%, $n=16$) с последующей криоаблацией (12%, $n=3$), только криоаблацию – в 8% исследований ($n=2$). Также отмечены исследования, в которых выполняли ультразвуковую (8%, $n=2$), микроволновую (4%, $n=1$) и лазерную аблацию (4%, $n=1$). Полный список исследований, включенных в данный обзор, приведен в таблице. Исследования были распределены по группам в зависимости от методов хирургической аблации, проводимой в сочетании с АКШ.

Результаты классической операции «Лабиринт» в сочетании с аортокоронарным шунтированием

В этой группе не было проспективных рандомизированных исследований. В данную группу в общей сложности были включены 4 исследования, в которых сообщалось о результатах устранения очагов аритмий путем проведения операции «Лабиринт» (Cox maze III/Cox maze IV) во время выполнения АКШ. Damiano R.J. et al. опубликовали в 2003 г. одно из самых ранних исследований, касающихся хирургического лечения ФП у больных во время АКШ с использованием техники «разрез–шов» (Cox maze III) [21]. Девяти (19%) пациентам потребовалась установка кардиостимулятора после операции «Лабиринт». В приведенном исследовании устранение симптоматической ФП у пациентов в послеоперационном периоде составило 100% с сохранением результата лечения на протяжении 10 лет. Был зафиксирован только один, документально подтвержденный, рецидив ФП у одного пациента через 10,5 лет после операции. К сожалению, последующие наблюдения были основаны только на симптомах и эпизодическом контроле ЭКГ [17]. Schill M.R. et al. недавно сообщили о результатах операций АКШ в сочетании с модифицированной процедурой «Лабиринт» (Cox

maze IV) и использованием устройств для биполярной РЧА и криоаблации для замены большинства предсердных разрезов [25]. В этом исследовании рецидив предсердной тахикардии был определен в соответствии с общепринятыми рекомендациями как любой эпизод ФП, трепетания предсердий или тахикардии длительно – не менее 30 с, появившийся спустя 3 мес после хирургического вмешательства. Большинство пациентов выполнено суточное холтеровское мониторирование ЭКГ [25]. В 98% случаев не выявлено ни одного эпизода предсердных тахикардий в течение первого года, в 76% случаев аритмия не выявлена в течение 5 лет. Число случаев имплантации кардиостимулятора после новой модифицированной операции «Лабиринт» снизилось с 19 до 10%.

В оставшихся двух исследованиях описаны результаты анализа хирургического лечения в подгруппах пациентов, которым выполнены операции «Лабиринт» (Cox maze III/Cox maze IV) при проведении сопутствующих кардиохирургических операций. В данном случае N. Ad et al. использовали биполярные РЧ-зажимы и устройства для криоаблации для создания линий электрической изоляции по типу nonbox lesion (рис. 2) [44]. Девяти из 12 пациентов в одном из проведенных исследований выполнена хирургическая аблация в сочетании с АКШ, у 83% пациентов отмечалось отсутствие аритмий в первый год после операции. Однако неизвестна динамика рецидивов в отдаленном периоде. В относительно недавно проведенном

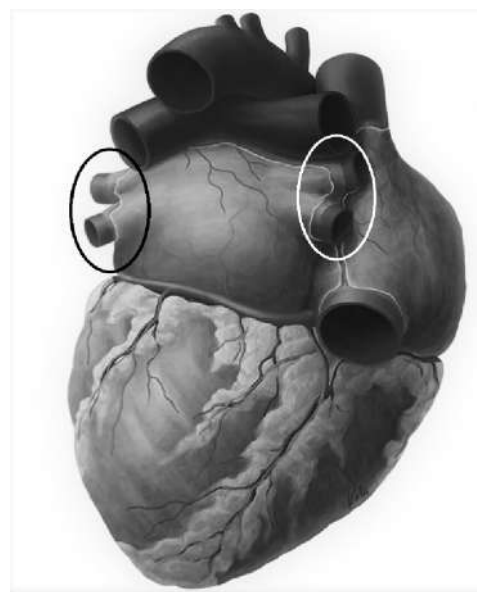


Рис. 2. Аблация легочных вен по методике nonbox lesion

Результаты клинических исследований по сочетанному хирургическому лечению фибрилляций предсердий и аортокоронарному шунтированию, включенных в анализ

Источник		Форма ФП			Вид энергии, воздействия							Дополнительные данные исследования				
Тип операции	Автор	Пароксизмальная	Персистирующая	Всего...	Разрез + шов	РЧА	Криоабляция	Криоабляция + РЧА	Микроволны	Лазер	Ультразвук	ИК	Длительный мониторинг	Имплантация ЭКС, %	Отдаленный мониторинг	Свобода от ФП, %
«Лабиринт»	R.S. Damiano [9, 10, 21, 22]	28	19	47	×							×		19	68±40	98
	M.R. Schill [9, 25]	37	46	83				×				×	×	10	12	98
	N. Ad [9, 16, 26, 44]	0	9	9				×				×	×	17	12	83
	F.C. Tsai, Y.C. Tsai [51, 54]	0	23	23				×				×		НД	38	91
Абляция легочных вен	B. Akpınar [30]	12	21	33		×							×	НД	12	71
	J.H. Wudel [31]	11	4	15		×								13	7,6±4,4	80
	E. Pokushalov [37]	72	0	72		×						×	×	НД	12	72
	E. Pokushalov [38]	18	0	18		×						×	×	НД	18	89
	A. Cherniavsky [37, 39]	0	31	31		×						×	×	0	14±10	80
	S. Kainuma [53]	54	0	54		×						×		6	36	93
	O.L. Bockeria [55–58]	12	10	22		×						×	×	0	12	76
Абляция ЛВ с дополнительной абляцией ЛП по типу nonbox lesion	K. Khargi [29, 45]	0	36	36		×						×		3	12	75
	B. Houtz [34]	19	16	35		×	×					×	×	НД	28±5	69
	M.A. Mariani [36]	0	12	12		×							×	НД	12	75
	Z. Jiang [40]	9	36	45		×							×	0	30±10	84
	H.T. Sie [41]	0	13	13		×						×		4	40	42
	M. Knaut [15, 42]	0	42	42					×			×	×	24	12	72
	T. Deneke [45]	0	52	52		×						×	×	5	12	80
	M.A. Groh [46, 47]			51							×		×	4	12	85
	S. Geidel [49]	0	65	65		×						×	×	5	36	78
	P. Budera [50]			23				×				×	×	10	12	50
	T.S. Tischer [52]			26		×						×	×	НД	23±11	35
Абляция с дополнительной абляцией ЛП по типу box lesion	S. Benussi [32]	4	2	6		×								НД	8,5±2,6	83
	M.A. Groh [46, 47]			41							×		×	2	12	79
	L. Poa [48]	0	16	16						×				10	8,3	88

исследовании F.C. Tsai et al., в котором выполняли РЧА и АКШ у 23 пациентов с персистирующей формой ФП, в 91% случаев аритмия была устранена сроком на 3,2 года [51].

Результаты эпикардиальной радиочастотной абляции легочных вен в сочетании с аортокоронарным шунтированием

Всего отмечено 7 исследований, в которых выполняли эпикардиальную РЧА легочных вен для лечения пациентов с ФП и ИБС [48, 55, 59]. Было проведено 3 проспективных исследования, в которых сообщалось о результатах эпикардиальной РЧА в сочетании АКШ [38, 39, 56]. В исследовании О.Л. Бокерия и др. сочетанные операции хирургической абляции ФП и АКШ выполнены 22 пациентам с длительно персистирующей и пароксизмальной формами ФП (средний возраст составил $66 \pm 7,3$ лет). Пароксизмальная форма ФП отмечалась у 12 (54%) пациентов, длительно персистирующая – у 10 (46%). Средний объем ЛП составил 153 ± 34 мл. Для оценки источников аритмии из предсердий до операции проводилось электрофизиологическое исследование с использованием системы для электроанатомического 3D-картирования NavX. Операции выполнены в условиях срединной стернотомии на сокращающемся сердце в условиях ИК. Абляцию ФП проводили с помощью устройства для РЧА Atricure (Atricure Inc., USA). Первым этапом выполняли РЧА правых и левых легочных вен (ЛВ). В 2 случаях абляцию ЛВ дополняли абляцией основания ушка ЛП. Ушко ЛП перевязывали двумя лавсановыми лигатурами у основания. Вторым этапом – АКШ. В конце операции обеспечивалась физиологическая временная предсердная электрокардиостимуляция с частотой сердечных сокращений, на 10–15 уд./мин превышающей собственный ритм. После сведения грудной клетки выполняли интраоперационную шунтографию для оценки проходимости кондуитов. Осложнений, связанных с использованием РЧА, не отмечалось. Госпитальная летальность составила 0%. У 2 пациентов с длительно персистирующей формой ФП по данным электроанатомического 3D-картирования отмечались участки ранней активации не только в области ЛВ, но также в ушке ЛП. Этим пациентам абляция ЛВ была дополнена абляцией основания ушка ЛП. Среднее количество кондуитов составило $2,4 \pm 1,1$. Во всех случаях интраоперационная

шунтография показала удовлетворительное заполнение шунтов. Синусовый ритм был восстановлен у 60% пациентов (в 1-й группе – 54%, во 2-й – 62,2%) сразу после операции, у 74,5% пациентов (в 1-й группе – 59%, во 2-й – 87,1%) ритм был восстановлен в течении 6 мес и у 76% пациентов (в 1-й группе – 60%, во 2-й – 89%) – к 12 мес ($p=0,195$). Пациенты выписаны на 8–10-е сут после операции. К моменту выписки у всех пациентов отмечался стабильный синусовый ритм по данным 24-часового холтеровского мониторирования ЭКГ. Имплантация электрокардиостимулятора (ЭКС) не требовалась ни в одном из случаев [55–60].

В исследовании E. Pokushav et al. анализировали данные пациентов с пароксизмальной формой ФП в анамнезе с последующим проведением АКШ [38]. Пациенты были рандомизированы в две группы: пациенты, которым выполняли изолированное АКШ ($n=17$) и пациенты, которым выполняли АКШ в сочетании с РЧА ($n=18$). Для наблюдения за пациентами использовали имплантируемые регистраторы сердечного ритма. Через 18 мес в группе АКШ в сочетании с эпикардиальной РЧА легочных вен 16 (89%) из 18 пациентов были свободны от ФП по сравнению с 47% (8 из 17) пациентов только в группе АКШ ($p=0,007$) [33]. В последующих наблюдениях указанная группа авторов опубликовали результаты 72 прооперированных пациентов с пароксизмальной формой ФП с использованием биполярной радиочастотной системы для изоляции устьев легочных вен. Отсутствие пароксизмов ФП было зарегистрировано в 72% случаев в течение 1 года.

В другом исследовании A. Cherniavsky et al. рандомизировали 95 пациентов с персистирующей формой ФП в следующие три группы: АКШ в сочетании с эпикардиальной РЧА легочных вен ($n=31$), АКШ в сочетании с РЧ-модификацией операции «Лабиринт» с нанесением воздействий только в левом предсердии ($n=30$) и изолированное АКШ ($n=34$). При среднем сроке наблюдения $14,4 \pm 9,7$ мес устранение тахиаритмий отмечено у 86% пациентов в группе АКШ в сочетании с модифицированной операцией «Лабиринт», у 80% – в группе АКШ в сочетании РЧА легочных вен и у 44% – в группе только АКШ [39].

Во всех исследованиях в этой группе использовали биполярную радиочастотную энергию для изоляции устьев легочных вен. Электрическая изоляция легочных вен была задокументи-

рована в 67% случаях [30, 37, 38, 53, 57, 60], а иссечение ушка ЛП выполнена только в 33% случаях [29, 30, 58]. В 2 (33%) исследованиях выполняли изоляцию легочных вен без ИК [30, 31]. В 4 (50%) исследованиях — эпикардальную РЧА в условиях ИК на работающем сердце [37–39] и в 1 (17%) исследовании — с использованием обеих методик [53].

В 3 (50%) исследованиях сообщалось об исходах только у пациентов с пароксизмальной формой ФП с восстановлением ритма в диапазоне от 72 до 93% со средними сроками наблюдения от 12 до 47 мес [37, 38, 53]. Самые отдаленные результаты были представлены S. Kainuma et al. в статье, где 54 пациентам из 160 были проведены РЧА и АКШ по поводу пароксизмальной формы ФП со средним сроком наблюдения 47 ± 25 мес. Устранение ФП было отмечено как 88%, 84% и 93% через 12, 24 и 36 мес соответственно. В этом исследовании свобода от ФП была установлена на основании анамнеза пациентов и контроля ЭКГ [53].

В 2 исследованиях сравнивали результаты РЧА у пациентов с пароксизмальной и персистирующей формами ФП [30, 31]. Akrinar B. et al. продемонстрировали успешное лечение ФП в 83% случаев у пациентов с пароксизмальной ФП и в 59% случаев у пациентов с персистирующей ФП через 1 год после операции [30]. Имплантация кардиостимулятора не потребовалась в исследованиях, где выполняли РЧА легочных вен, и в почти 13% случаев наблюдалась в исследованиях, где выполняли различные модификации операции [30, 31, 39].

Результаты эпикардальной радиочастотной абляции легочных вен с дополнительными воздействиями на предсердия в сочетании с аортокоронарным шунтированием

В 12 исследованиях выполнено нанесение дополнительных линий хирургической изоляции в левом и/или правом предсердии в сочетании с РЧА легочных вен. В 5 из 12 исследований сообщалось о результатах хирургической абляции у пациентов с АКШ [29, 34, 36, 39, 40], данные были взяты из анализа подгрупп остальных 7 статей [41, 42, 45, 47, 49, 50, 52]. Во всех исследованиях выполнено нанесение одной (или во все не выполнено) линии хирургической абляции, соединяющей правые и левые легочные вены, в связи с чем в ходе операции невозможно было изолировать всю заднюю часть ЛП.

Кроме того, электрическая изоляция легочных вен была проведена только в 1 (8%) исследовании [39]. О плановой перевязке ушка левого предсердия сообщалось в 75% случаев (9 из 12) [29, 34, 36, 40–42, 45, 49, 50].

В рандомизированное исследование PRAGUE-12 были включены 224 пациента с ФП, которым проводили операции по поводу клапанной патологии и/или АКШ. Пациенты рандомизированы в две группы: в 1-й выполняли хирургическую абляцию ЛП ($n=117$), во 2-й группе абляцию не проводили ($n=107$) [50]. Двадцати трем пациентам из 1-й группы выполнено АКШ в сочетании с хирургической абляцией ФП. Линии абляции наносили в ЛП эпикардально с использованием устройства для криоабляции на основе аргона. Через год пациентам выполнено суточное мониторирование ЭКГ по Холтеру, по данным которого у 50% пациентов регистрировался синусовый ритм. В контрольной группе после операции АКШ без хирургической абляции восстановление синусового ритма отмечалось у 33% пациентов ($p=0,342$) [50]. К сожалению, это исследование было ограничено тем, что мониторинг ЭКГ производили избирательно, а ЭКГ с холтеровским исследованием — лишь однократно в течение 1 года. Ввиду эпизодического контроля динамики в данной группе пациентов не изучены все случаи пароксизмов аритмии в послеоперационном периоде. В этой подгруппе пациентов с АКШ и хирургической абляцией ФП было зарегистрировано от 35 до 86% случаев успешного лечения ФП в течение 12–36 мес наблюдения.

Sie H.T. et al. сообщили о 200 случаях проведения хирургической абляции ФП в сочетании с иными оперативными вмешательствами, в 13 случаях выполнена АКШ [41]. Для нанесения линий изоляций в предсердиях применяли монополярную РЧА. В результате у 42% пациентов (5 из 13) отмечался синусовый ритм в среднем через 3,3 года после операции [41].

Jiang Z. et al. использовали приборы для биполярной и монополярной РЧА на работающем сердце. При этом сообщается о 90% эффективности восстановления ритма у пациентов с пароксизмальной формой ФП, и о 83% у пациентов с персистирующей и длительно персистирующей формами. Время наблюдения за пациентами данной группы составило $29,8 \pm 10,2$ мес [40]. В исследованиях M. Knauth et al. хирургическую абляцию проводили с использованием микроволновой энергии [42], а M.H. Groh et al.

использовали высокоинтенсивный сфокусированный ультразвук [47]. Полное восстановление синусового ритма в среднем отмечалось через 12 мес и было зафиксировано на уровне 72% при использовании микроволновой абляции [42], в то время как использование ультразвуковой эпикардиальной абляции приводило к 85% успешных случаев через 12 мес после операции [47]. Статистика имплантации кардиостимулятора в данном исследовании варьирует в диапазоне от 0 до 24%.

В 3 исследованиях сообщалось о воздействии на задней стенке ЛП путем создания замкнутой системы блокады электрического импульса по типу box lesion (см. рис. 1) в дополнение к абляции легочных вен [32, 46]. Блокада проведения импульса подтверждалась только в одном исследовании, ни в одном из исследований не сообщалось о рутинном закрытии ушка ЛП [48]. Расширенный метаанализ исследований показал, что использование лазерной энергии, высокочувствительного ультразвука и радиочастотой энергии для эпикардиальной абляции ФП на работающем сердце приводило к 88%, 79% и 83% восстановлению ритма соответственно [59].

Обсуждение

Наличие ФП до операции у пациентов, которым необходимо выполнение АКШ, ассоциируется с повышенным риском развития заболеваемости и смертности. Данная категория больных особенно нуждается в одномоментной хирургической абляции ФП во время операции АКШ [2, 3, 5, 7, 14, 16]. Согласно последним рекомендациям STS по лечению ФП, сочетанная хирургическая абляция ФП рекомендуется с показанием класса I (уровень доказательности B). Авторы согласительных документов и клинических рекомендаций по хирургическому лечению ФП критически относятся к стремлению многих хирургов выполнять хирургическую абляцию аритмии без учета патофизиологии и длительности ФП у каждого отдельного пациента [10, 58]. В данном обзоре только в 4 (16%) из 25 случаев сообщается о сочетанном хирургическом лечении ФП у пациентов, перенесших АКШ с использованием операции «Лабиринт». Согласно недавнему анализу базы данных STS, проведенному V. Badhwar et al. [8], только 33% пациентам с ФП в США и Канаде сегодня выполняется АКШ в сочетании с хирургическим лечением аритмии, основная доля которых приходится на операции по эпикардиальным методам абляции

легочных вен. Очевидно, что в России этот показатель еще ниже. Склонность хирургов в сторону данной хирургической коррекции связана с тем, что при таком подходе с одной стороны значительно снижается риск развития ранних послеоперационных осложнений, с другой стороны наблюдается небольшая частота имплантаций кардиостимулятора [9].

В поддержку этого наблюдения, а также на основе обзора литературы по представленной теме и расширенного метаанализа можно утверждать, что хирургическая абляция ФП в сочетании с АКШ значительно улучшает прогноз пациентов со всеми формами аритмий [9]. Кроме того, как было показано N. Ad et al., при выполнении большинства сочетанных вмешательств, таких как протезирование аортального клапана, АКШ, протезирование аортального клапана в сочетании с АКШ, не наблюдается увеличения послеоперационных осложнений, как при использовании ИК, так и на работающем сердце [26]. При этом большинство клинических исследований отмечает, что сочетанная хирургическая абляция ФП, сама по себе не увеличивает риск выполнения АКШ [38, 39, 50].

Одно из самых ранних клинических исследований использования классической техники выполнения операции «Лабиринт» и АКШ показало превосходный результат с более чем 95% свободой от симптоматической ФП в течение 5 лет наблюдения [21]. Однако техническая сложность указанной операции не позволила этой процедуре получить широкого распространения, особенно у пациентов с АКШ. Замена большинства хирургических разрезов на современные методы абляции, такие как криовоздействие и биполярная РЧА, значительно сократила время операции и снизила частоту осложнений, что увеличило популярность данной процедуры [22–24, 61, 62].

Данный обзор клинических исследований указывает на возможность получить стабильный долгосрочный положительный результат в лечении пациентов с ФП и ИБС с помощью сочетанных хирургических вмешательств. Безусловно, интересными являются исследования, направленные на пациент-ориентированные методы хирургической абляции ФП, в том числе с применением электроанатомического картирования аритмий. Как известно, создание правильных и трансмуральных линий абляции было одним из ключевых моментов успеха в хирургии ФП [63].

Henn M.C. et al. ранее показали, что неполная хирургическая изоляция влияет на эффективность и результат хирургического лечения пациентов, когда отмечается более высокая частота рецидива ФП по сравнению с пациентами, которым выполнена абляция аритмии в полном объеме (78% против 45% свободы от тахикардий в течение 5 лет наблюдения, $p=0,005$) [61, 64].

В связи с вышесказанным необходимо упомянуть исследования S.J. Melby et al., T. Santiago et al., в которых показано, что даже небольшой участок предсердного миокарда в 1 мм с жизнеспособным миокардом, который сохранил проводимость возбуждения, может быть причиной формирования круга макрориентри и рецидива аритмии [63, 65]. На сегодняшний день явным преимуществом среди всех альтернативных методов абляции ФП обладают криовоздействие и биполярное РЧ-воздействие [9]. В ежедневной практике, вне клинических испытаний, не рекомендуется использовать устройства, которые затрудняют создание трансмуральных очагов изоляции, включая униполярную радиочастотную энергию, лазерную и микроволновую, и в ходе испытаний имели более низкие показатели отдаленного успеха [61–64].

Sie H.T. et al. использовали монополярную радиочастотную энергию для модификации операции «Лабиринт», в результате только у 43% пациентов отмечено успешное восстановление ритма в течение 3,3 года [41]. Таким образом, не-трансмуральные очаги с монополярным радиочастотным воздействием показали низкий процент успеха.

Несмотря на то, что сегодня выполняется много процедур по интервенционному лечению всех видов аритмий, результаты эндоваскулярного лечения ФП оставляют желать лучшего в долгосрочной перспективе, особенно если это касается пациентов с персистирующей формой ФП. В данном случае целесообразно рассматривать хирургический подход лечения как изолированных, так и сочетанных форм аритмии [28, 66, 67].

Анализ литературы показал, что успешные случаи лечения ФП колеблются от 72 до 88% у пациентов с пароксизмальной формой ФП, которым интраоперационно проводили эпикардальную РЧА в сочетании с АКШ в краткосрочном периоде наблюдения. Однако в отдаленном периоде показатели эффективности могут снижаться. Эффект был достигнут как у пациентов с пароксизмальной формой, так

и у пациентов с персистирующей и длительно персистирующей формами ФП, однако существует вероятность того, что в случае неполного воздействия на очаг аритмии может наблюдаться высокая частота повторных пароксизмов в отдаленном периоде [61].

К сожалению, сравнение результатов хирургической абляции ФП в сочетании с АКШ затруднено из-за вариабельности аритмогенных очагов, группы испытуемых, выбора источника энергии в ходе абляции, а также продолжительности и динамики последующего наблюдения. Мы до сих пор не знаем, насколько качественное выполнение АКШ, в виде полноты реваскуляризации и функции шунтов, влияет на частоту возникновения аритмий в послеоперационном периоде. Следовательно, будут интересны исследования, где будут оцениваться электрофизиологические особенности аритмии, а также полнота реваскуляризации и проходимость кондуитов для шунтирования [55].

Заключение

В данной статье приведены результаты различных клинических исследований у пациентов с ФП. Наилучшие результаты были достигнуты с помощью операции «Лабиринт», и это единственная процедура, результаты которой доступно изучены в отдаленные сроки после операции. Предварительные результаты эпикардальной РЧА ФП в сочетании с АКШ также показывают обнадеживающие результаты. В целом РЧА устьев легочных вен является приемлемой стратегией при пароксизмальной форме ФП, но данная методика все еще нуждается в дальнейших исследованиях в отдаленном периоде.

Таким образом, на основании проведенного обзора литературы можно настоятельно рекомендовать у пациентов с ИБС и ФП одномоментное выполнение хирургической абляции ФП во время операции АКШ. Различные виды процедур, в том числе и классическая операция «Лабиринт», продемонстрировали свою высокую эффективность. Более того, по данным проспективных рандомизированных исследований не выявлено увеличения показателей заболеваемости или смертности при проведении сочетанных хирургических вмешательств. Эпикардальная РЧА устьев легочных вен во время АКШ рекомендована пациентам с высоким риском развития осложнений и имеющим симптоматическую пароксизмальную форму ФП, а также больным без признаков увеличения правого

и левого предсердий или патологии клапанов сердца.

В НИИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева регулярно выполняют операции по сочетанному хирургическому лечению ФП и АКШ, в том числе с использованием перспективных методов операций на сокращающемся сердце. Первым этапом проводят изоляцию ЛВ и ЛП, проверяют формирование блока электрического проведения в предсердном миокарде. Обычно процедура занимает 10–15 мин с использованием современных абляционных устройств. Вторым этапом выполняют АКШ с обязательным контролем проходимости кондуитов методом интраоперационной шунтографии [55–57, 60]. Исходя из нашего опыта можно предположить, что использование электроанатомического 3D-картирования с помощью современных навигационных систем в перспективе может иметь большое значение для определения объема хирургической абляции ФП у каждого отдельного пациента.

Также перевязка ушка ЛП может всегда рассматриваться одним из компонентов операций хирургического лечения ФП. Данная процедура снижает частоту ранних и поздних инсультов более чем на 50% и повышает выживаемость таких пациентов [67]. По полученным данным в 9 (45%) из 20 исследований использовали изоляцию ушка ЛП. В 4 (50%) из 8 исследований пациентам выполняли абляцию аритмии без использования ИК и регулярно клипировали ушко ЛП.

В заключение можно сказать, что результаты клинических исследований, как отечественных, так и зарубежных авторов, определяют целесообразность более широкого использования сочетанных методов хирургической абляции и АКШ у пациентов с ФП и ИБС.

Конфликт интересов. Конфликт интересов не заявляется.

Библиографический список [References]

- Colilla S., Crow A., Petkun W. et al. Estimates of current and future incidence and prevalence of atrial fibrillation in the U.S. adult population. *Am. J. Cardiol.* 2013; 112 (8): 1142–7. DOI: 10.1016/j.amjcard.2013.05.063
- Kalavrouziotis D., Buth K.J., Vyas T., Ali I.S. Preoperative atrial fibrillation decreases event-free survival following cardiac surgery. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2009; 36 (2): 293–9. DOI: 10.1016/j.ejcts.2009.02.030
- Mediratta N., Chalmers J., Pullan M. et al. In-hospital mortality and long-term survival after coronary artery bypass surgery in young patients. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2013; 43: 1014–21. DOI: 10.1093/ejcts/ezs459
- Sinno H., Derakhchan K., Libersan D. et al. Atrial ischemia promotes atrial fibrillation in dogs. *Circulation.* 2003; 107 (14): 1930–6. DOI: 10.1161/01.CIR.0000058743.15215.03
- Quader M.A., McCarthy P.M., Gillinov A.M. et al. Does preoperative atrial fibrillation reduce survival after coronary artery bypass grafting? *Ann. Thorac. Surg.* 2004; 77 (5): 1514–22. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2003.09.069
- Ngaage D.L., Schaff H.V., Barnes S.A. et al. Prognostic implications of preoperative atrial fibrillation in patients undergoing aortic valve replacement: Is there an argument for concomitant arrhythmia surgery? *Ann. Thorac. Surg.* 2006; 82 (4): 1392–9. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2006.04.004
- Ngaage D.L., Schaff H.V., Mullany C.J. et al. Does preoperative atrial fibrillation influence early and late outcomes of coronary artery bypass grafting? *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2007; 133 (1): 182–9. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2006.09.021
- Badhwar V., Rankin J.S., Ad N. et al. Surgical ablation of atrial fibrillation in the United States: trends and propensity matched outcomes. *Ann. Thorac. Surg.* 2017; 104 (2): 493–500. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2017.05.016
- Ad N., Damiano R.J. Jr., Badhwar V. et al. Expert consensus guidelines: Examining surgical ablation for atrial fibrillation. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2017; 153 (6): 1330–54. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2017.02.027
- Badhwar V., Rankin J.S., Damiano R.J. Jr. et al. The Society of Thoracic Surgeons 2017 clinical practice guidelines for the surgical treatment of atrial fibrillation. *Ann. Thorac. Surg.* 2017; 103 (1): 329–41. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2016.10.076
- Miyasaka Y., Barnes M.E., Gersh B.J. et al. Coronary ischemic events after first atrial fibrillation: risk and survival. *Am. J. Med.* 2007; 120 (4): 357–63. DOI: 10.1016/j.amjmed.2006.06.042
- Nishida K., Qi X.Y., Wakili R. et al. Mechanisms of atrial tachyarrhythmias associated with coronary artery occlusion in a chronic canine model. *Circulation.* 2011; 123 (2): 137–46. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.110.972778
- Shen J., Lall S., Zheng V. et al. The persistent problem of new-onset postoperative atrial fibrillation: a single-institution experience over two decades. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2011; 141 (2): 559–70. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2010.03.011
- Rogers C.A., Angelini G.D., Culliford L.A. et al. Coronary surgery in patients with preexisting chronic atrial fibrillation: early and midterm clinical outcome. *Ann. Thorac. Surg.* 2006; 81 (5): 1676–82. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2005.11.047
- Knaut M., Kolberg S., Brose S., Jung F. Epicardial microwave ablation of permanent atrial fibrillation during a coronary bypass and/or aortic valve operation: Prospective, randomised, controlled, mono-centric study. *Appl. Cardiopulm. Pathophysiol.* 2010; 14: 220–8.
- Ad N., Barnett S.D., Haan C.K. et al. Does preoperative atrial fibrillation increase the risk for mortality and morbidity after coronary artery bypass grafting? *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2009; 137 (4): 901–6. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2008.09.050
- Бокерия Л.А., Климчук И.Я. Недостаточность митрального клапана у пациентов с фибрилляцией предсердий. Современное состояние проблемы, подход к диагностике и комплексному хирургическому лечению. *Анналы аритмологии.* 2015; 12 (4): 201–14. DOI: 10.15275/annaritm.2015.4.2
- [Bockeria L.A., Klimchuk I.Ya. Mitral regurgitation in patients with atrial fibrillation. Current state of the problem, approaches to diagnosis and complex surgical treatment. *Annaly aritmologii.* 2015; 12 (4): 201–14 (in Russ.). DOI: 10.15275/annaritm.2015.4.2]
- Бокерия Л.А., Бокерия О.Л., Фатулаев З.Ф., Мироненко М.Ю., Шварц В.А., Климчук И.Я., Шенгелия Л.Д. Отдаленные результаты хирургической коррекции аритмогенной клапанной недостаточности при операции «Лабиринт ППБ». *Анналы аритмологии.* 2018; 15 (2): 84–91. DOI: 10.15275/annaritm.2018.2.2
- [Bockeria L.A., Bockeria O.L., Fatulaev Z.F., Mironenko M.Yu., Shvartz V.A., Klimchuk I.Ya., Shengelia L.D. Long-term results of surgical treatment of arrhythmogenic valvular regurgitation using Maze ППБ procedure. *Annaly aritmologii.* 2018; 15 (2): 84–91 (in Russ.). DOI: 10.15275/annaritm.2018.2.2]
- Бокерия Л.А., Канаметов Т.Н. Альтернативные методы доставки амиодарона в профилактике фибрилляции предсердий у пациентов после операций аортокоронарного шунтирования. *Анналы аритмологии.* 2016; 13 (1): 14–22. DOI: 10.15275/annaritm.2016.1.2

- [Bockeria L.A., Kanametov T.N. Alternative methods of local amiodarone delivery for atrial fibrillation prevention in patients after coronary artery bypass grafting. *Annaly aritmologii*. 2016; 13 (1): 14–22 (in Russ.). DOI: 10.15275/annaritmol.2016.1.2]
20. Сергеев А.В., Бокерия О.Л., Меликулов А.Х., Климчук И.Я., Турдубаев А.К., Бокерия Л.А. Электрофизиологические особенности левопредсердных аритмий после хирургической абляции фибрилляции предсердий. *Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН*. 2017; 18 (5): 472–8. DOI: 10.24022/1810-0694-2017-18-5-472-478 [Sergeev A.V., Bockeria O.L., Melikoulov A.Kh., Klimchuk I.Ya., Turdubaev A.K., Bockeria L.A. Electrophysiological characteristics of left the atrial tachycardias after surgical ablation for atrial fibrillation. *The Bulletin of Bakoulev Center. Cardiovascular Diseases*. 2017; 18 (5): 472–8 (in Russ.). DOI: 10.24022/1810-0694-2017-18-5-472-478]
 21. Damiano R.J. Jr., Gaynor S.L., Bailey M. et al. The long-term outcome of patients with coronary disease and atrial fibrillation undergoing the Cox maze procedure. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2003; 126 (6): 2016–21. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2003.07.006
 22. Prasad S.M., Maniar H.S., Schuessler R.B., Damiano R.J. Jr. Chronic transmural atrial ablation by using bipolar radiofrequency energy on the beating heart. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2002; 124 (4): 708–13. DOI: 10.1067/mtc.2002.125057
 23. Prasad S.M., Maniar H.S., Diodato M.D. et al. Physiological consequences of bipolar radiofrequency energy on the atria and pulmonary veins: A chronic animal study. *Ann. Thorac. Surg.* 2003; 76 (3): 836–41. DOI: 10.1016/s0003-4975(03)00716-1
 24. Lall S.C., Melby S.J., Voeller R.K. et al. The effect of ablation technology on surgical outcomes after the Cox maze procedure: A propensity analysis. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2007; 133 (2): 389–96. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2006.10.009
 25. Schill M.R., Musharbash F.N., Hansalia V. et al. Late results of the Cox maze IV procedure in patients undergoing coronary artery bypass grafting. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2017; 153 (5): 1087–94. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2016.12.034
 26. Ad N., Henry L., Hunt S., Holmes S.D. Do we increase the operative risk by adding the Cox maze III procedure to aortic valve replacement and coronary artery bypass surgery? *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2012; 143 (4): 936–44. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2011.12.018
 27. Бокерия О.Л., Базарсадаева Т.С., Шварц В.А., Ахобеков А.А. Эффективность статинотерапии в профилактике фибрилляции предсердий у пациентов после аортокоронарного шунтирования. *Анналы аритмологии*. 2014; 11 (3): 160–9. DOI: 10.15275/annaritmol.2014.3 [Bockeria O.L., Bazarsadaeva T.S., Shvartz V.A., Akhobekov A.A. Efficacy of statin therapy in the prevention of atrial fibrillation in patients after coronary artery bypass grafting. *Annaly aritmologii*. 2014; 11 (3): 160–9 (in Russ.). DOI: 10.15275/annaritmol.2014.3]
 28. Schuessler R.B., Lee A.M., Melby S.J. et al. Animal studies of epicardial atrial ablation. *Heart Rhythm*. 2009; 6 (12 Suppl): S41–S45. DOI: 10.1016/j.hrthm.2009.07.028
 29. Khargi K., Lemke B., Haardt H. et al. Concomitant anti-arrhythmic surgery, using irrigated cooled-tip radiofrequency ablation, to treat permanent atrial fibrillation in CABG patients: expansion of the indication? *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2004; 25 (6): 1018–24. DOI: 10.1016/j.ejcts.2004.02.010
 30. Akpınar B., Sanisoglu I., Guden M. et al. Combined off-pump coronary artery bypass grafting surgery and ablative therapy for atrial fibrillation: early and mid-term results. *Ann. Thorac. Surg.* 2006; 81 (4): 1332–7. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2005.09.074
 31. Wudel J.H., Hedderich G.S., Jex R.K. Adjunctive atrial fibrillation therapy with off-pump coronary artery bypass grafting: standard of care? *Innovations*. 2006; 1 (4): 146–50. DOI: 10.1097/01243895-200600140-00003
 32. Benussi S., Alfieri O. Off-pump connection of the pulmonary veins with bipolar radiofrequency: Toward a complete epicardial ablation. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2006; 132 (1): 177–8. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2006.03.012
 33. Balasubramanian S.K., Theologou T., Birdi I. Microwave surgical ablation for atrial fibrillation during off-pump coronary artery surgery using total arterial-Y-grafts: An early experience. *Interact. Cardiovasc. Thorac. Surg.* 2007; 6 (4): 447–50. DOI: 10.1510/icvts.2006.146688
 34. Houtz B., Johansson B., Berglin E. et al. Left ventricular diastolic function and right atrial size are important rhythm outcome predictors after intraoperative ablation for atrial fibrillation. *Echocardiography*. 2010; 27 (8): 961–8. DOI: 10.1111/j.1540-8175.2010.01167.x
 35. Totsugawa T., Kuinose M., Yoshitaka H. et al. Technical tips for concomitant off-pump epicardial pulmonary vein isolation. *Gen. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2011; 59 (4): 307–9. DOI: 10.1007/s11748-010-0595-x
 36. Mariani M.A., Stoker T., Scholten M.F. et al. Concomitant off-pump modified Maze and coronary surgery. *Ann. Thorac. Surg.* 2011; 91 (6): e96–e98. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2011.01.094
 37. Pokushalov E., Romanov A., Cherniavsky A. et al. Ablation of paroxysmal atrial fibrillation during coronary artery bypass grafting: 12 months' follow up through implantable loop recorder. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2011; 40 (2): 405–11. DOI: 10.1016/j.ejcts.2010.11.083
 38. Pokushalov E., Romanov A., Corbucci G. et al. Benefit of ablation of first diagnosed paroxysmal atrial fibrillation during coronary artery bypass grafting: A pilot study. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2012; 41 (3): 556–60. DOI: 10.1093/ejcts/ezr101
 39. Cherniavsky A., Kareva Y., Pak I. et al. Assessment of results of surgical treatment for persistent atrial fibrillation during coronary artery bypass grafting using implantable loop recorders. *Interact. Cardiovasc. Thorac. Surg.* 2014; 18: 727–31. DOI: 10.1093/icvts/ivu016
 40. Jiang Z., Ma N., Tang M. et al. Effect of novel modified bipolar radiofrequency ablation for preoperative atrial fibrillation combined with off-pump coronary artery bypass grafting surgery. *Heart Vessels*. 2015; 30 (6): 818–23. DOI: 10.1007/s00380-014-0519-2
 41. Sie H.T., Beukema W.P., Elvan A. et al. Long-term results of irrigated radiofrequency modified maze procedure in 200 patients with concomitant cardiac surgery: Six years experience. *Ann. Thorac. Surg.* 2004; 77 (2): 512–6. DOI: 10.1016/S0003-4975(03)01466-8
 42. Knaut M., Tugtekin S.M., Spitzer S.G. et al. Intraoperative endocardial microwave ablation for treatment of permanent atrial fibrillation during coronary artery bypass surgery: 1-year follow-up. *Europace*. 2006; 8 (1): 16–20. DOI: 10.1093/europace/euj011
 43. Suwalski P., Suwalski G., Doll N. et al. Epicardial beating heart “off-pump” ablation of atrial fibrillation in non-mitral valve patients using new irrigated bipolar radiofrequency technology. *Ann. Thorac. Surg.* 2006; 82 (5): 1876–9. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2006.03.036
 44. Ad N. The multi-purse string maze procedure: a new surgical technique to perform the full maze procedure without atriotomies. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2007; 134 (3): 717–22. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2007.04.043
 45. Deneke T., Khargi K., Lemke B. et al. Intra-operative cooled-tip radiofrequency linear atrial ablation to treat permanent atrial fibrillation. *Eur. Heart J.* 2007; 28: 2909–14. DOI: 10.1093/eurheartj/ehm397
 46. Groh M.A., Binns O.A., Burton H.G. III et al. Ultrasonic cardiac ablation for atrial fibrillation during concomitant cardiac surgery: Long-term clinical outcomes. *Ann. Thorac. Surg.* 2007; 84 (6): 1978–83. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2007.06.081
 47. Groh M.A., Binns O.A., Burton H.G. III et al. Epicardial ultrasonic ablation of atrial fibrillation during concomitant cardiac surgery is a valid option in patients with ischemic heart disease. *Circulation*. 2008; 118 (14): 78–82.
 48. Poa L., Puig M., Zubieta P. et al. Laser ablation of atrial fibrillation: mid-term clinical experience. *J. Atr. Fibrillation*. 2009; 2: 198. DOI: 10.4022/jafib.198
 49. Geidel S., Lass M., Krause K. et al. Persistent atrial fibrillation ablation concomitant to coronary surgery. *Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2011; 59 (4): 207–12. DOI: 10.1055/s-0030-1250346
 50. Budera P., Straka Z., Osmančík P. et al. Comparison of cardiac surgery with left atrial surgical ablation vs. cardiac surgery without atrial ablation in patients with coronary and/or valvular heart disease plus atrial fibrillation: final results of the PRAGUE-12 randomized multicentre study. *Eur. Heart J.* 2012; 33 (21): 2644–52. DOI: 10.1093/eurheartj/ehs290
 51. Tsai F.C., Ho H.T., Chang J.P. et al. The prognostic scoring system establishment and validation for chronic atrial fibrillation patients receiving modified Cox maze IV and concomitant car-

- diac surgery. *PLoS One*. 2015; 10 (6): 0126300. DOI: 10.1371/journal.pone.0126300
52. Tischer T.S., Schneider R., Lauschke J. et al. Adjunctive surgical atrial fibrillation ablation during cardiac surgery: real life experiences. *Herzschrittmacherther Elektrophysiol*. 2015; 26 (3): 291–6. DOI: 10.1007/s00399-015-0379-1
 53. Kainuma S., Mitsuno M., Toda K. et al. Dilated left atrium as a predictor of late outcome after pulmonary vein isolation concomitant with aortic valve replacement and/or coronary artery bypass grafting†. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2015; 48 (5): 765–77. DOI: 10.1093/ejcts/ezu532
 54. Tsai Y.C., Phan K., Munkholm-Larsen S. et al. Surgical left atrial appendage occlusion during cardiac surgery for patients with atrial fibrillation: a meta-analysis. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2015; 47 (5): 847–54. DOI: 10.1093/ejcts/ezu291
 55. Бокерия О.Л., Биниашвили М.Б., Филатов А.Г., Юркулиева Г.А. Хирургическое лечение фибрилляции предсердий с использованием 3D электроанатомического картирования у пациентов с ИБС. *Сердечно-сосудистые заболевания. Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН. Приложение*. 2018; 19 (S6): 85.
[Bockeria O.L., Biniashvili M.B., Filatov A.G., Yurkulieva G.A. Surgical treatment of atrial fibrillation using 3D electroanatomical mapping in patients with coronary artery disease. *The Bulletin of Bakoulev Center. Cardiovascular Diseases*. 2018; 19 (S6): 85 (in Russ.).]
 56. Бокерия О.Л., Биниашвили М.Б., Филатов А.Г., Юркулиева Г.А. Хирургическая абляция фибрилляции предсердий в сочетании с аортокоронарным шунтированием на работающем сердце. *Сердечно-сосудистые заболевания. Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН*. 2017; 18 (S6): 84.
[Bockeria O.L., Biniashvili M.B., Filatov A.G., Yurkulieva G.A. Surgical ablation of atrial fibrillation in combination with coronary artery bypass grafting on a beating heart. *The Bulletin of Bakoulev Center. Cardiovascular Diseases*. 2017; 18 (S6): 84 (in Russ.).]
 57. Бокерия О.Л., Бокерия Л.А., Биниашвили М.Б., Филатов А.Г., Юркулиева Г.А. Хирургическое лечение фибрилляции предсердий на работающем сердце в сочетании с аортокоронарным шунтированием. *Сердечно-сосудистые заболевания. Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН. Приложение*. 2019; 20 (S5): 61.
[Bockeria O.L., Bockeria L.A., Biniashvili M.B., Filatov A.G., Yurkulieva G.A. Surgical treatment of atrial fibrillation on pump combined with coronary artery bypass grafting. *The Bulletin of Bakoulev Center. Cardiovascular Diseases*. 2019; 20 (S5): 61 (in Russ.).]
 58. Бокерия О.Л., Биниашвили М.Б., Филатов А.Г., Юркулиева Г.А. Хирургическая абляция фибрилляции предсердий на работающем сердце в сочетании с аортокоронарным шунтированием. *Сердечно-сосудистые заболевания. Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН. Приложение*. 2019; 20 (S11): 70.
[Bockeria O.L., Biniashvili M.B., Filatov A.G., Yurkulieva G.A. Surgical ablation of atrial fibrillation on pump combined with coronary artery bypass grafting. *The Bulletin of Bakoulev Center. Cardiovascular Diseases*. 2019; 20 (S11): 70 (in Russ.).]
 59. 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. DOI: 10.1016/j.hrthm.2017.05.012
 60. Bokeriya L.A., Bokeriya O.L., Biniashvili M.B., Filatov A.G., Yurkulieva G.A. Map guided surgical ablation of atrial fibrillation in combination with coronary artery bypass grafting on beating heart. *The 26th Annual Meeting of the Asian Society for Cardiovascular and Thoracic Surgery*. 2018; 115.
 61. Henn M.C., Lancaster T.S., Miller J.R. et al. Late outcomes after the Cox maze IV procedure for atrial fibrillation. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2015; 150: 1168–76.
 62. Melby S.J., Lee A.M., Zierer A. et al. Atrial fibrillation propagates through gaps in ablation lines: implications for ablative treatment of atrial fibrillation. *Heart Rhythm*. 2008; 5: 1296–301. DOI: 10.1016/j.hrthm.2008.06.009
 63. Melby S.J., Zierer A., Kaiser S.P. et al. Epicardial microwave ablation on the beating heart for atrial fibrillation: the dependency of lesion depth on cardiac output. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2006; 132 (2): 355–60. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2006.02.008
 64. Vicol C., Kellerer D., Petrakopoulou P. et al. Long-term results after ablation for long-standing atrial fibrillation concomitant to surgery for organic heart disease: is microwave energy reliable? *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2008; 136 (5): 1156–9. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2008.05.041
 65. Santiago T., Melo J., Gouveia R.H. et al. Epicardial radiofrequency applications: in vitro and in vivo studies on human atrial myocardium. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2003; 24 (4): 481–6. DOI: 10.1016/s1010-7940(03)00344-0
 66. Haïssaguerre M., Jaïs P., Shah D.C. et al. Spontaneous initiation of atrial fibrillation by ectopic beats originating in the pulmonary veins. *N. Engl. J. Med.* 1998; 339 (10): 659–66. DOI: 10.1056/NEJM199809033391003
 67. Cox J.L. A brief overview of surgery for atrial fibrillation. *Ann. Cardiothorac. Surg.* 2014; 3 (1): 80–8. DOI: 10.3978/j.issn.2225-319X.2014.01.05

Поступила 24.09.2021

Принята к печати 03.11.2021