

# ФИБРИЛЛЯЦИЯ ПРЕДСЕРДИЙ У ПАЦИЕНТОВ С ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ СЕРДЦА: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ

А.С. Зотов<sup>1</sup>, Э.Р. Сахаров<sup>1</sup>, С.В. Королёв<sup>1</sup>, О.В. Дракина<sup>2</sup>, Р.И. Хабазов<sup>1</sup>, А.В. Троицкий<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий, Москва, Российская Федерация

<sup>2</sup> Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова (Сеченовский Университет), Москва, Российская Федерация

*Фибрилляция предсердий — одно из самых распространенных нарушений ритма сердца, наблюдаемых в клинической практике. Несмотря на успехи в диагностике и лечении, фибрилляция предсердий остается одной из ведущих причин сердечно-сосудистой летальности и заболеваемости. Кроме того, фибрилляция предсердий достаточно часто сочетается с другой патологией сердечно-сосудистой системы и является маркером неблагоприятного исхода. Несколько проведенных ранее исследований продемонстрировали снижение выживаемости пациентов с ишемической болезнью сердца и фибрилляцией предсердий, у которых не проводилось хирургическое лечение аритмии. Согласно другим данным, наличие предоперационной фибрилляции предсердий среди пациентов, перенесших изолированную операцию аортокоронарного шунтирования, было связано со значительно более высокими показателями основных послеоперационных осложнений. На сегодняшний день ни у кого не вызывает сомнения тот факт, что отсутствие хирургического лечения фибрилляции предсердий во время операции коронарного шунтирования является фактором риска повышенной госпитальной летальности, послеоперационной заболеваемости и приводит к снижению долгосрочной выживаемости. Проведенные исследования подтверждают необходимость хирургической абляции фибрилляции предсердий во время коронарной реваскуляризации с целью снижения как краткосрочной, так и отдаленной послеоперационной смертности и поздних осложнений.*

**Ключевые слова:** фибрилляция предсердий; ишемическая болезнь сердца; аортокоронарное шунтирование; абляция легочных вен.

**Для цитирования:** Зотов А.С., Сахаров Э.Р., Королёв С.В., Дракина О.В., Хабазов Р.И., Троицкий А.В. Фибрилляция предсердий у пациентов с ишемической болезнью сердца: современное состояние проблемы. *Клиническая практика*. 2021;12(4):66–74. doi: <https://doi.org/10.17816/clinpract84464>

Поступила 01.11.2021

Принята 15.12.2021

Опубликована 21.12.2021

## ВВЕДЕНИЕ

Фибрилляция предсердий (ФП) — одно из самых распространенных нарушений ритма сердца, наблюдаемое в клинической практике и обуславливающее повышенный риск смертности и заболеваемости от всех причин [1]. Кроме того, ФП достаточно часто сочетается с другой патологией сердечно-сосудистой системы и является маркером неблагоприятного исхода [2, 3]. Несколько проведенных ранее исследований продемонстрировали снижение выживаемости пациентов с ишемической болезнью сердца, у которых во время операции аортокоронарного шунтирования (АКШ) не проводилась коррекция аритмии [4–6]. Согласно другим работам [7, 8], выполнение хирургической абляции во время АКШ сопровождается сниже-

нием 30-дневной смертности, частоты инсультов и транзиторных ишемических атак в течение первого года наблюдения.

Механизм ФП у пациентов с ишемической болезнью сердца недостаточно определен и может отличаться при наличии структурной патологии клапанов сердца или в их отсутствии [9]. Исследования показали, что ишемия предсердий может приводить к ФП из-за неоднородности процессов проводимости и реполяризации [10, 11]. До 10% пациентов, перенесших изолированное АКШ, имеют в анамнезе ФП [12], и выполнение одной только хирургической реваскуляризации, как правило, бывает недостаточно для стойкого восстановления синусового ритма. Восстановление синусового ритма после операции АКШ может наблюдаться в 2/3 слу-

## ATRIAL FIBRILLATION IN PATIENTS WITH CORONARY HEART DISEASE: CURRENT STATE OF THE PROBLEM

A.S. Zotov<sup>1</sup>, E.R. Sakharov<sup>1</sup>, S.V. Korolev<sup>1</sup>, O.V. Drakina<sup>2</sup>, R.I. Khabazov<sup>1</sup>, A.V. Troitsky<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Federal Research and Clinical Center of Specialized Medical Care and Medical Technologies, Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup> Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russian Federation

*Atrial fibrillation is one of the most common types of cardiac arrhythmia observed in clinical practice. Despite advances in the diagnosis and treatment, atrial fibrillation remains one of the leading causes of cardiovascular mortality and morbidity. In addition, atrial fibrillation is quite often combined with other pathologies of the cardiovascular system and is a marker of an unfavorable outcome. Several previous studies have demonstrated reduced survival in patients with coronary artery disease and atrial fibrillation who have not undergone surgery for arrhythmia. According to other data, the presence of preoperative atrial fibrillation among patients undergoing isolated coronary artery bypass grafting was associated with significantly higher rates of major postoperative complications. Nowadays, no one doubts the fact that atrial fibrillation during a coronary artery bypass surgery is a risk factor for increased hospital mortality, postoperative morbidity and leads to a decrease in the long-term survival. The studies confirm the necessity of surgical ablation for atrial fibrillation during coronary revascularization to reduce both short-term and long-term postoperative mortality and late complications.*

**Keywords:** atrial fibrillation; ischemic heart disease; coronary artery bypass grafting; pulmonary vein ablation.

**For citation:** Zotov AS, Sakharov ER, Korolev SV, Drakina OV, Khabazov RI, Troitsky AV. Atrial Fibrillation in Patients with Coronary Heart Disease: Current State of the Problem. *Journal of Clinical Practice*. 2021;12(4):66–74. doi: <https://doi.org/10.17816/clinpract84464>

Submitted 01.11.2021

Revised 15.12.2021

Published 21.12.2021

чаев, но, как правило, носит временный характер с последующим развитием рецидива [13, 14].

Таким образом, ФП, оставленная без коррекции во время коронарного шунтирования, является фактором риска повышенной госпитальной летальности, послеоперационной заболеваемости и приводит к снижению долгосрочной выживаемости [2–4, 6, 13, 15]. В работе M. Quader и соавт. [4] было показано увеличение смертности более чем на 20% после АКШ у пациентов с исходной ФП. Наличие предоперационной ФП среди пациентов, перенесших изолированную операцию АКШ, было связано со значительно более высоким риском основных послеоперационных осложнений, в частности с увеличением вдвое риска развития инсульта, что было документально подтверждено в исследовании N. Ad и соавт. [15].

### ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ ФИБРИЛЛЯЦИИ ПРЕДСЕРДИЙ

Создание миокардиальных линий абляции с целью лечения предсердных аритмий впервые экспериментально выполнено J.M. Williams и соавт. [16], о чем прозвучало в докладе на ежегодном

собрании Американской ассоциации торакальных хирургов (American Association for Thoracic Surgery, AATS) в 1980 г. В 1987 г., после лабораторных и клинических исследований, J.L. Cox выполнил первую хирургическую абляцию при ФП: процедура получила название «лабиринт I». К 1991 г. автор сообщил о 22 успешных случаях [17]. Подвергаясь модификации в последующие годы, операция превратилась в процедуру «лабиринт III», более известную как операция «cut-and-sew» (режу и шью) [18], которая широко применялась в клинической практике [19]. Дальнейшее усовершенствование техники «лабиринта III» стало возможным благодаря разработке новых источников энергии [20–23]. R.J. Damiano и соавт. [24] путем комбинации радиочастотной энергии и криоабляции для создания линий повреждения заменили некоторые разрезы при процедуре «лабиринт III», обосновав тем самым наиболее облегченную (легко выполнимую) версию операции — «лабиринт IV» (Cox-Maze IV). В конечном итоге, наборы наносимых линий повреждений Cox-Maze IV развились до современной, всем известной формы [24, 25]. Скорость, простота выполнения и эффективность метода обеспечили

его развитие при соблюдении электрофизиологических принципов J.L. Cox и соавт. [26].

Лечение ФП с помощью хирургической абляции основано на двух электрофизиологических принципах. Во-первых, любые патологические электрические триггеры (возникающие в легочных венах, задней стенке левого предсердия и в других местах) должны быть изолированы от остальной части левого предсердия. Во-вторых, для поддержания электрической волны *macro re-entry* требуется большая смежная область предсердной ткани. Создавая электрически неактивные зоны при помощи абляционных линий, формируют единственный путь, по которому распространяется электрический импульс от синусового узла к желудочкам сердца, тем самым волна *macro re-entry* прерывается, и восстанавливается нормальное проведение и деполяризация предсердий и желудочков [27].

Равнозначные данные свободы от ФП наблюдаются при сравнении операций «лабиринт III» и «лабиринт IV», но благодаря внедрению альтернативных источников энергии операция «лабиринт IV» ассоциировалась с более коротким временем процедуры и меньшим количеством послеоперационных осложнений [28]. Позднее M.R. Schill и соавт. [29] сообщили о результатах одноцентрового исследования, в котором пациенты, направленные на АКШ и процедуру «лабиринт IV», показали 98% свободу от предсердных тахикардий в течение одного года, а исследование, опубликованное доктором N. Ad и соавт. [30], свидетельствовало о том, что выполнение операции «лабиринт IV» в сочетании с вмешательством на аортальном клапане или с операцией АКШ не приводит к увеличению заболеваемости или смертности в послеоперационном периоде.

Хирургическое лечение ФП в последнее время приобретает все более заметную роль в кардиохирургической практике. Проведенные исследования подтверждают необходимость проведения хирургической абляции ФП во время коронарного шунтирования с целью снижения как краткосрочной, так и отдаленной послеоперационной смертности и поздних осложнений. Тем не менее анализ базы данных Общества торакальных хирургов (Society of Thoracic Surgeons, STS) выявил закономерность: вероятность абляции у пациентов с ФП и пороками митрального клапана приближалась к 60%, что намного превышает статистику при операции на аортальном клапане — 31 и 26% при коронарной реваскуляризации [31], а в обзорной работе V. Badhwar

и соавт. [7] показано, что в США абляция у пациентов, направленных на АКШ, выполнялась в 32,8% случаев.

Несмотря на эти убедительные данные, только 1/3 пациентов получает хирургическую абляцию по поводу ФП во время операции шунтирования коронарных артерий [7]. Операция «лабиринт» имеет самый высокий уровень успеха в восстановлении синусового ритма, но требует проведения атриотомии. Как следствие, многие хирурги не проводят абляцию, выполняя стандартную операцию АКШ, где нет необходимости открывать левое и правое предсердия. Другая часть хирургов предпочитает проведение изоляции только устьев легочных вен, т.е. более ограниченного набора поражений левого предсердия [9].

Анализируя проведенные ранее исследования, все схемы абляционных поражений у пациентов, подвергавшихся операции АКШ, можно разделить на несколько стратегий:

- 1) изоляцию устьев легочных вен;
- 2) изоляцию устьев легочных вен с дополнительными абляционными линиями (*non-box*);
- 3) абляцию по схеме *box lesion*;
- 4) биатриальную схему, выполненную с применением альтернативных источников энергии (операция «лабиринт IV») или с использованием техники *cut-and-sew* (операция «лабиринт III»).

Исходя из этих стратегий абляции, мы и попробуем проанализировать результаты опубликованных ранее работ.

#### Результаты операций «лабиринт III/IV»

Следует отметить, что проспективных рандомизированных исследований, изучающих результаты операций «лабиринт III» и «лабиринт IV», на сегодняшний день нет. Было выполнено несколько крупных исследований, в которых изучались результаты операции «лабиринт» во время АКШ. R.J. Damiano и соавт. [32] опубликовали одну из самых ранних серий, посвященных хирургическому лечению ФП у пациентов с АКШ с использованием техники *cut-and-sew*. Имплантация кардиостимулятора потребовалась 9 (19%) пациентам в послеоперационном периоде. Свобода от ФП составила 100% через 10 лет наблюдения. Был задокументирован только один рецидив ФП, который произошел через 10,5 лет после операции [32].

В 2017 г. группа авторов под руководством M.R. Schill сообщила о результатах процедуры «лабиринт IV» с сопутствующим коронарным шунти-

рованием. Абляция выполнялась с применением радиочастотного оборудования и устройств для криоабляции [29]. В этом исследовании свобода от предсердных тахикардий составила 98 и 76% через 1 и 5 лет соответственно [29]. Частота послеоперационной имплантации кардиостимулятора снизилась с 19 до 10%.

Еще в одном исследовании, проведенном коллективом под руководством доктора N. Ad [33], свобода от аритмии составила 83% через 1 год после операции. В более поздней статье F.C. Tsai и соавт. [34] сообщили о 91% свободе от ФП при среднем сроке наблюдения 3,2 года при проведении абляции с использованием радиочастотной энергии и криотермии одновременно с АКШ у 23 пациентов.

### Результаты изоляции легочных вен

Опубликованы два проспективных рандомизированных исследования, в которых представлены данные о результатах изоляции легочных вен (ЛВ) при проведении операции АКШ [35, 36].

Е. Pokushalov и соавт. [35] сообщили об исследовании с участием пациентов с пароксизмальной ФП в анамнезе, направленных на шунтирование коронарных артерий. Пациенты были рандомизированы в группу АКШ ( $n=17$ ) или АКШ с изоляцией ЛВ ( $n=18$ ). Имплантируемые петлевые регистраторы использовали для наблюдения за пациентами; бремя ФП более 0,5% в течение одного месяца расценивалось как рецидив ФП. Через 18 мес 89% пациентов в группе АКШ с изоляцией ЛВ не имели ФП в сравнении с 47% в группе изолированного АКШ ( $p=0,007$ ) [35].

В другом исследовании того же коллектива, но под руководством А. Cherniavsky [36], 95 пациентов с персистирующей формой ФП были рандомизированы на три группы: АКШ + изоляция ЛВ ( $n=31$ ), АКШ + процедура модифицированного «мини-лабиринта» (без создания схемы box lesion,  $n=30$ ) и изолированное АКШ ( $n=34$ ). При среднем сроке наблюдения 14,4±9,7 (диапазон от 3 до 24) месяцев отсутствие предсердной тахикардии составило 86% в группе АКШ + модифицированный «мини-лабиринт», 80% в группе АКШ + изоляция ЛВ и 44% в группе изолированного лечения [36].

В другой работе Е. Pokushalov и соавт. [37] сообщили о результатах лечения 72 пациентов с пароксизмальной ФП. Ирригационная биполярная радиочастотная система использовалась для изоляции ЛВ во время искусственного кровообращения. Свобода от ФП составила 72% через один год.

Интересные данные предоставила группа под руководством В. Akrinar [38]. В исследование были включены пациенты как с пароксизмальной, так и с персистирующей формой ФП. Свобода от аритмии составила 83% у пациентов с пароксизмальной и 59% у пациентов с персистирующей ФП через один год [38].

S. Kainuma и соавт. в своей работе [39] сообщили о результатах лечения 54 пациентов с пароксизмальной ФП со средним сроком наблюдения 47±25 мес. Свобода от ФП составила 88 и 84% через 12 и 24 мес соответственно.

Имеется несколько исследований, посвященных выполнению изоляции ЛВ с коронарным шунтированием на работающем сердце [38, 40].

Достаточно противоречивы данные об имплантации электрокардиостимуляторов после изоляции ЛВ — от 0 до 13%, по данным разных авторов [36, 40].

### Результаты изоляции легочных вен с нанесением дополнительных линий («non-box»)

Доступно несколько исследований, в которых представлены результаты изоляции ЛВ с нанесением дополнительных абляционных линий (без формирования схемы «box lesion») у пациентов, направленных на коронарное шунтирование. Данный подход объединяет работы, в которых наносились дополнительные абляционные линии без изоляции задней стенки левого предсердия [36, 41–44].

Как уже было сказано выше, группой специалистов под руководством А. Cherniavsky [36] были изучены результаты абляции у 95 пациентов с персистирующей формой ФП. При среднем сроке наблюдения 14,4±9,7 мес свобода от аритмии составила 80% в группе изоляции ЛВ с сопутствующей АКШ, 86% ( $p=0,27$ ) в группе модифицированного «мини-лабиринта» и 44% ( $p=0,008$ ) в группе изолированного АКШ [36].

В рандомизированном исследовании PRAGUE-12 [45] 224 пациентам с сопутствующей ФП требовалось оперативное лечение по поводу клапанного порока сердца или ишемической болезни сердца. Пациенты были рандомизированы в две группы: с сопутствующей хирургической абляцией левого предсердия ( $n=117$ ) и без абляции ( $n=107$ ). В группе АКШ + хирургическая абляция было 23 пациента. Через год свобода от ФП составила 50% у пациентов, перенесших реваскуляризацию с хирургической абляцией, в то время как в группе изолированного АКШ — 33% ( $p=0,342$ ) [45]. К сожалению, это исследование было ограничено тем, что мониторинг ритма проводился



с помощью спорадических электрокардиограмм и однократного суточного холтеровского мониторинга в течение первого года.

H.T. Sie и соавт. [46] сообщили о 200 случаях сопутствующей хирургической абляции, 13 пациентам было выполнено АКШ. Монополярная ирригационная радиочастотная энергия использовалась для создания эндокардиальных поражений. Свободу от ФП в среднем через 3,3 года после операции продемонстрировали 42% пациентов (5 из 13).

Z. Jiang и соавт. [44] использовали би- и монополярную радиочастотную абляцию для создания комплексов абляционных поражений при проведении АКШ на работающем сердце и сообщили о 90% свободе от ФП у пациентов с пароксизмальной формой и 83% — у пациентов с персистирующей формой ФП в послеоперационном периоде ( $29,8 \pm 10,2$  мес).

Представляют интерес исследования, в которых для формирования абляционных линий использовалась микроволновая энергия [47] или ультразвук высокой интенсивности [48], а свобода от ФП через 12 мес составила 72 и 85% соответственно [47, 48].

Что касается частоты имплантации кардиостимулятора при выполнении этой схемы абляции, то она варьирует в широких пределах — от 0 до 24% [9].

#### Результаты изоляции по схеме “box lesion”

Изучению результатов изоляции задней стенки левого предсердия по схеме “box lesion” было посвящено несколько исследований [49–51]. Ни в одном из них не сообщалось о рутинном закрытии ушка левого предсердия. В исследованиях применялись лазерная энергия, ультразвук высокой интенсивности или радиочастотная энергия с целью создания трансмуральных поражений. Согласно опубликованным данным, свобода от ФП составила 88; 79 и 83% соответственно.

#### ОБСУЖДЕНИЕ

Предоперационная ФП связана с повышенным риском заболеваемости и смертности от всех причин у пациентов с ишемической болезнью сердца, направленных на операцию АКШ. Согласно современным представлениям, в этой группе пациентов следует рассмотреть возможность сопутствующей хирургической абляции [2–4, 6, 13, 15]. В рекомендациях STS по лечению ФП хирургическая абляция рекомендована во время сопутствующей изолированной операции АКШ (класс рекомендаций I) [52]. Авторы рекомендаций критически относятся

к тому факту, что многие хирурги предпочитали менее инвазивные подходы, например эпикардальную абляцию [52].

Проведенные исследования показали, что добавление хирургической абляции к кардиохирургической операции приводит к снижению относительного риска (ОР) 30-дневной смертности (ОР=0,92) и инсульта (ОР=0,84), но наблюдается некоторое увеличение случаев развития почечной недостаточности (ОР=1,12) и имплантации кардиостимулятора (ОР=1,33). Подобные результаты продемонстрированы в экспертном консенсусном документе Американской ассоциации торакальных хирургов, в котором говорится о снижении 30-дневной смертности у пациентов, направленных на коронарное шунтирование и абляцию [8]. Кроме того, за исключением более высокой частоты имплантации кардиостимулятора, не было обнаружено серьезных различий в послеоперационной заболеваемости или смертности при сравнении пациентов, перенесших операции на открытом сердце (АКШ, или протезирование аортального клапана, или обе процедуры) с сопутствующей хирургической абляцией или без нее [30].

Ни одно из исследований, приведенных в этом обзоре, не показало увеличение степени операционного риска при проведении абляции совместно с коронарным шунтированием. Кроме того, в трех рандомизированных исследованиях, сравнивающих сопутствующую хирургическую абляцию (изоляцию ЛВ или «модифицированный мини-лабиринт») во время проведения АКШ, не зарегистрировало различий в уровне периоперационной летальности и послеоперационной заболеваемости [35, 36, 45].

Тем не менее, согласно недавнему анализу базы данных STS, только 33% пациентов, направленных на АКШ с предоперационной ФП, была выполнена хирургическая абляция, причем изоляция ЛВ являлась наиболее распространенной и предпочтительной хирургической процедурой [7].

Операция «лабиринт III» является золотым стандартом с высоким уровнем свободы от аритмии в отдаленном периоде [32], однако техническая сложность процедуры не позволила получить ей широкое распространение. Применение альтернативных источников энергии значительно сократило время операции «лабиринт» и снизило частоту осложнений, что и привело к ее широкому клиническому распространению [28, 53, 54].

Проведенные работы показали, что сопутствующая хирургическая абляция с использованием

схемы операции «лабиринт III» или «лабиринт IV» оказалась наиболее успешной в отношении поддержания синусового ритма в группе пациентов, направленных на АКШ. В целом, более ограниченные процедуры абляции имели меньшую годовую эффективность, но наблюдались значимые различия в полученных результатах [9]. Создание полноценного трансмурального поражения является одним из ключевых моментов в хирургии ФП. М.С. Непп и соавт. [55] показали, что исключение только одной линии из схемы операции «лабиринт IV» (верхняя линия, соединяющая изолированные устья ЛВ) приводило к неполной изоляции задней стенки левого предсердия и имело значительно более высокую частоту рецидивов ФП по сравнению с пациентами, у которых была выполнена схема box lesion (свобода от наджелудочковых тахикардий 45% против 78% через 5 лет,  $p=0,005$ ) [55]. Это косвенно подтверждалось в других исследованиях, которые показали, что даже реконструкция линии абляции в пределах 1 мм может быть достаточной для рецидива аритмии [56].

Необходимо отметить также, что в клинических рекомендациях AATS по хирургической абляции ФП рассматриваются только биполярные радиочастотные зажимы и устройства для криоабляции [8]. Вне клинических испытаний и научных работ не рекомендуется использование других источников энергии, поскольку они имели более низкие показатели купирования аритмии [57–60]. Так, например, в работе под руководством Н.Т. Sie и соавт. [46] применялась однополярная радиочастотная энергия для создания аппликационных линий. Свобода от ФП составила 43% при среднем сроке наблюдения 3,3 года. Применение униполярной энергии и применение схем отличных от box lesion могли бы объяснить этот низкий уровень свободы от аритмии.

Работа группы М. Haïssaguerre и соавт. [61] привела к тому, что абляция ЛВ стала доминирующей стратегией. Это дало хорошие клинические результаты у пациентов с пароксизмальной формой ФП, но, как показала практика, пациенты с персистирующей и длительно персистирующей формой ФП нуждались в более комплексных вмешательствах [62]. Изучение электрофизиологии привело к созданию большого количества хирургических техник, сосредоточенных на изоляции ЛВ с нанесением дополнительных линий абляции на левом предсердии. Подобные техники получили название «модифицированные наборы поражений опе-

рации лабиринт» (modified Maze lesion sets). Обзор литературы показал, что большинство хирургов использовали более ограниченный набор поражений в качестве хирургической техники абляции у пациентов, направленных на коронарное шунтирование. У отдельных пациентов, особенно с пароксизмальной ФП, этот подход дал приемлемые результаты [9].

Проведенные исследования демонстрируют свободу от ФП в течение года на уровне 72–88% для пациентов с пароксизмальной ФП, которым выполнялась изоляция ЛВ совместно с операцией АКШ. Однако отдаленные результаты могут быть намного скромнее [55].

М.С. Непп и соавт. [55] показали, что в серии операций АКШ с изоляцией ЛВ даже с нанесением дополнительных линий и подтверждением блока проведения во всех случаях свобода от ФП составила менее 45% через 5 лет. Это наблюдалось для пациентов как с пароксизмальной, так и непароксизмальной формой ФП, что позволяет предположить высокую частоту поздних рецидивов при использовании только изоляции ЛВ.

Анализ проведенных работ, посвященных абляции во время операции АКШ, демонстрирует значительную вариабельность дизайна проведенных исследований и полученных клинических результатов. Необходимо отметить отсутствие проспективных рандомизированных исследований и небольшое количество наблюдений в отдаленном периоде, а также тот факт, что часть работ основывается на наблюдении за малой количественной выборкой пациентов.

В современной литературе имеются многочисленные работы, посвященные изучению применения различных источников энергии при хирургической абляции, различных вариантов нанесения абляционных линий, а также результатам хирургической абляции и показаниям для проведения той или иной процедуры. К сожалению, сравнение результатов хирургической абляции у пациентов, перенесших АКШ, затруднено из-за перечисленных различий, а также времени и методологии последующего наблюдения.

Результаты многих работ временами кажутся неубедительными из-за технической, клинической или электрофизиологической неоднородности исследований:

- эти исследования включают пациентов, которым проводились дополнительные оперативные процедуры (например, пластика клапана);

- в исследования были включены пациенты с различными формами ФП, что приводит к определенной неоднородности в исследовательских работах;
- выбор наносимых линий широко варьировал — от выполнения изоляции ЛВ, различных модификаций box lesion до полной биатриальной схемы нанесения абляционных поражений;
- достаточно часто оценивались результаты на протяжении только 12 послеоперационных месяцев;
- неоднородность полученных результатов обусловлена также способом проведения самой операции АКШ: на работающем сердце или с применением метода искусственного кровообращения и количеством наносимых абляционных воздействий.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подводя итог, необходимо отметить, что в настоящее время не существует единого мнения относительно стратегии абляции во время операции АКШ (т.е. относительно отбора пациентов на оперативное лечение, набора абляционных поражений, выбора источника энергии и т.д.). Безусловно, в ближайшем будущем необходимо проведение многоцентровых исследований, которые позволят суммировать накопленный опыт и ответить на существующие вопросы относительно стратегии абляции у пациентов с ишемической болезнью сердца.

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Вклад авторов.** *A.S. Zotov, E.P. Sakharov* — участие в лечении пациентов; *A.S. Zotov, E.P. Sakharov, O.V. Drakina, S.V. Korolev* — обработка и обсуждение результатов исследования, написание текста статьи; *A.S. Zotov, E.P. Sakharov, S.V. Korolev* — поисково-аналитическая работа, обсуждение результатов исследования, написание текста статьи; *A.V. Troitskiy, A.S. Zotov, E.P. Sakharov* — участие в операционном процессе; *A.V. Troitskiy, R.I. Khabazov, A.S. Zotov, E.P. Sakharov* — руководство лечением пациентов и обсуждение результатов исследования. Авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

**Author contribution.** *A.S. Zotov, E.R. Sakharov* — treatment of patients; *A.S. Zotov, E.R. Sakharov, O.V. Drakina, S.V. Korolev* — processing and discussion of the results of the study, the manuscript writing;

*A.S. Zotov, E.R. Sakharov, S.V. Korolev* — search and analytical work, discussion of the results of the study, the manuscript writing; *A.V. Troitskiy, A.S. Zotov, E.R. Sakharov* — participation in the operation; *A.V. Troitskiy, R.I. Khabazov, A.S. Zotov, E.R. Sakharov* — management of patient treatment and discussion of the results of the study. The authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

**Источник финансирования.** Исследование и публикации статьи финансируются из бюджета Федерального научно-клинического центра специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий ФМБА России.

**Funding source.** The study was funded by Federal Scientific and Clinical Centre of Specialized Medical Care and Medical Technologies, Federal Biomedical Agency.

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

**Competing interests.** The authors declare that they have no competing interests.

### ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. 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):1142–1147. doi: 10.1016/j.amjcard.2013.05.063
2. Kalavrouziotis D, Buth KJ, Vyas T, Ali IS. Preoperative atrial fibrillation decreases event-free survival following cardiac surgery. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2009;36(2):293–299. doi: 10.1016/j.ejcts.2009.02.030
3. 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(5):1014–1021. doi: 10.1093/ejcts/ezs459
4. Quader M, McCarthy P, Gillinov AM, et al. Does preoperative atrial fibrillation reduce survival after coronary artery bypass grafting? *Ann Thorac Surg.* 2004;77(5):1514–1524. doi: 10.1016/j.athoracsur.2003.09.069
5. Ngaage DL, Schaff HV, Barnes SA, 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):1392–1399. doi: 10.1016/j.athoracsur.2006.04.004
6. Ngaage DL, Schaff HV, Mullany CJ, et al. Does preoperative atrial fibrillation influence early and late outcomes of coronary artery bypass grafting? *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2007;133(1):182–189. doi: 10.1016/j.jtcvs.2006.09.021
7. Badhwar V, Rankin JS, 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



8. Ad N, Damiano RJ, Jr, Badhwar V, et al. Expert consensus guidelines: Examining surgical ablation for atrial fibrillation. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2017;153(6):1330–1354. doi: 10.1016/j.jtcvs.2017.02.027
9. Khabani AJ, Adademir T, RB. Schuessler et al. Management of atrial fibrillation in patients undergoing coronary artery bypass grafting: review of the literature. *Innovations (Phila).* 2018;13(6):383–390. doi: 10.1097/imi.0000000000000570
10. Sinno H, Derakhchan K, Libersan D, et al. Atrial ischemia promotes atrial fibrillation in dogs. *Circulation.* 2003;107(14):1930–1936. doi: 10.1161/01.cir.0000058743.15215.03
11. Nishida K, Qi XY, Wakili R, et al. Mechanisms of atrial tachyarrhythmias associated with coronary artery occlusion in a chronic canine model. *Circulation.* 2011;123(2):137–146. doi: 10.1161/circulationaha.110.972778
12. 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):559–570. doi: 10.1016/j.jtcvs.2010.03.011
13. Rogers CA, Angelini GD, Culliford LA, et al. Coronary surgery in patients with preexisting chronic atrial fibrillation: early and midterm clinical outcome. *Ann Thorac Surg.* 2006;81(5):1676–1682. doi: 10.1016/j.athoracsur.2005.11.047
14. 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 (EPIMIK). *Applied Cardiopulmonary Pathophysiology.* 2010;14:220–228.
15. Ad N, Barnett SD, Haan CK, 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):901–906. doi: 10.1016/j.jtcvs.2008.09.050
16. Williams JM, Ungerleider RM, Lofland GK, Cox JL. Left atrial isolation: new technique for the treatment of supraventricular arrhythmias. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1980;80(3):373–380.
17. Cox JL, Boineau JP, Schessler RB, et al. Successful surgical treatment of atrial fibrillation. Review and clinical update. *JAMA.* 1991;266(14):1976–1980.
18. Cox JL, Schuessler RB, Lappas DG, Boineau JP. An 8 1/2-year clinical experience with surgery for atrial fibrillation. *Ann Surg.* 1996;224(3):267–275. doi: 10.1097/0000658-199609000-00003
19. Millar RC, Arcidi JM, Alisom PJ. The Maze III procedure for atrial fibrillation: should the indications be expanded? *Ann Thorac Surg.* 2000;70(5):1580–1586. doi: 10.1016/s0003-4975(00)01707-0
20. Cox JL, Ad N. The importance of cryoablation of the coronary sinus during the maze procedure. *Semin Thorac Cardiovasc Surg.* 2000;12(1):20–24. doi: 10.1016/s1043-0679(00)70012-8
21. Patwardhan AM. Intraoperative radiofrequency micro-bipolar coagulation to replace incisions of maze III procedure for correcting atrial fibrillation in patients with rheumatic valvular disease. *Eur J Cardiothorac Surg.* 1997;12(4):627–633. doi: 10.1016/s1010-7940(97)00222-4
22. Gaynor SL, Diodato MD, Prasad SM, et al. A prospective, single-center clinical trial of a modified Cox maze procedure with bipolar radiofrequency ablation. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2004;128(4):535–542. doi: 10.1016/j.jtcvs.2004.02.044
23. Mokadam NA, McCarthy PM, Gillinov AM, et al. A prospective multicenter trial of bipolar radiofrequency ablation for atrial fibrillation: early results. *Ann Thorac Surg.* 2004;78(5):1665–1670. doi: 10.1016/j.athoracsur.2004.05.066
24. Damiano RJ, Schwartz FH, Bailey MS, et al. The Cox maze IV procedure: predictors of late recurrence. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2011;141(1):113–121. doi: 10.1016/j.jtcvs.2010.08.067
25. Cheema FH, Younus MJ, Pasha A, et al. An effective modification to simplify the right atrial lesion set of the Cox-cryomaze. *Ann Thorac Surg.* 2013;96(1):330–332. doi: 10.1016/j.athoracsur.2012.12.065
26. Cox JL, Schuessler RB, Lappas DG, Boineau JP. An 8 1/2-year clinical experience with surgery for atrial fibrillation. *Ann Surg.* 1996;224(3):267–275. doi: 10.1097/0000658-199609000-00003
27. Shemin RJ, Cox JL, Gillinov AM, et al.; Workforce on Evidence-Based Surgery of The Society of Thoracic Surgeons. Guidelines for reporting data and outcomes for the surgical treatment of atrial fibrillation. *Ann Thorac Surg.* 2007;83(3):1225–1230. doi: 10.1016/j.athoracsur.2006.11.094
28. Lall SC, Melby SJ, Voeller RK, 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):389–396. doi: 10.1016/j.jtcvs.2006.10.009
29. Schill MR, Musharbash FN, 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):1087–1094. doi: 10.1016/j.jtcvs.2016.12.034
30. Ad N, Henry L, Hunt S, Holmes SD. 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):936–944. doi: 10.1016/j.jtcvs.2011.12.018
31. Ad N, Suri RM, Gammie JS, et al. Surgical ablation of atrial fibrillation trends and outcomes in North America. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2012;144(5):1051–1060. doi: 10.1016/j.jtcvs.2012.07.065
32. Damiano RJ, Gaynor SL, 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):2016–2021. doi: 10.1016/j.jtcvs.2003.07.006
33. 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):717–722. doi: 10.1016/j.jtcvs.2007.04.043
34. Tsai FC, Ho HT, Chang JP, et al. The prognostic scoring system establishment and validation for chronic atrial fibrillation patients receiving modified cox-maze IV and concomitant cardiac surgery. *PLoS One.* 2015;10(6):e0126300. doi: 10.1371/journal.pone.0126300
35. 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):556–560. doi: 10.1093/ejcts/ezr101
36. 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(6):727–731. doi: 10.1093/icvts/ivu016
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):405–411. doi: 10.1016/j.ejcts.2010.11.083
38. 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):1332–1337. doi: 10.1016/j.athoracsur.2005.09.074
39. Kainuma S, Mitsuno M, Toda K, et al. Osaka Cardiovascular Surgery Research (OSCAR) Group. 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):765–777. doi: 10.1093/ejcts/ezu532.
40. Wudel JH, Hedderich GS, Jex RK. Adjunctive atrial fibrillation therapy with off-pump coronary artery bypass grafting: standard of care? *Innovations (Phila).* 2006;1(4):146–150. doi: 10.1097/01243895-200600140-00003
41. 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):1018–1024. doi: 10.1016/j.ejcts.2004.02.010
42. 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):961–968. doi: 10.1111/j.1540-8175.2010.01167.x



43. Mariani MA, Stoker T, Scholten MF, et al. Concomitant off-pump modified maze and coronary surgery. *Ann Thorac Surg.* 2011;91(6):e96–98. doi: 10.1016/j.athoracsur.2011.01.094
44. 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):818–823. doi: 10.1007/s00380-014-0519-2
45. Budera P, Straka Z, Osmančik 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):2644–2652. doi: 10.1093/eurheartj/ehs290
46. Sie HT, Beukema WP, 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):512–516. doi: 10.1016/S0003-4975(03)01466-8
47. Knaut M, Tugtekin SM, Spitzer SG, 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
48. Groh MA, Binns OA, Burton HG, 3rd, 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 Suppl):S78–82. doi: 10.1161/circulationaha.107.750927
49. 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):177–178. doi: 10.1016/j.jtcvs.2006.03.012
50. Groh MA, Binns OA, Burton HG, 3rd, et al. Ultrasonic cardiac ablation for atrial fibrillation during concomitant cardiac surgery: long-term clinical outcomes. *Ann Thorac Surg.* 2007;84(6):1978–1983. doi: 10.1016/j.athoracsur.2007.06.081
51. Poa L, Puig M, Zubieta P, et al. Laser ablation of atrial fibrillation: mid-term clinical experience. *J Atr Fibrillation.* 2009;2(2):198. doi: 10.4022/jafib.198
52. 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(1):329–341. doi: 10.1016/j.athoracsur.2016.10.076
53. Prasad SM, Maniar HS, Schuessler RB, Damiano RJ. Chronic transmural atrial ablation by using bipolar radiofrequency energy on the beating heart. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2002;124(4):708–713. doi: 10.1067/mtc.2002.125057
54. Prasad SM, Maniar HS, Diodato MD, et al. Physiological consequences of bipolar radiofrequency energy on the atria and pulmonary veins: a chronic animal study. *Ann Thorac Surg.* 2003;76(3):836–841; discussion 841–2. doi: 10.1016/s0003-4975(03)00716-1
55. Henn MC, Lancaster TS, Miller JR, et al. Late outcomes after the Cox maze IV procedure for atrial fibrillation. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2015;150(5):1168–1176. doi: 10.1016/j.jtcvs.2015.07.102
56. Melby SJ, Lee AM, Zierer A, et al. Atrial fibrillation propagates through gaps in ablation lines: implications for ablative treatment of atrial fibrillation. *Heart Rhythm.* 2008;5(9):1296–1301. doi: 10.1016/j.hrthm.2008.06.009
57. Melby SJ, Zierer A, Kaiser SP, 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):355–360. doi: 10.1016/j.jtcvs.2006.02.008
58. 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):1156–1159. doi: 10.1016/j.jtcvs.2008.05.041
59. Santiago T, Melo J, Gouveia RH, et al. Epicardial radiofrequency applications: In vitro and in vivo studies on human atrial myocardium. *Eur J Cardio Thorac Surg.* 2003;24(4):481–486; discussion 486. doi: 10.1016/s1010-7940(03)00344-0
60. Schuessler RB, Lee AM, Melby SJ, et al. Animal Studies of Epicardial Atrial Ablation. *Heart Rhythm.* 2009;6(12, S1):S41–45. doi: 10.1016/j.hrthm.2009.07.028
61. Haïssaguerre M, Jais P, Shah DC, et al. Spontaneous initiation of atrial fibrillation by ectopic beats originating in the pulmonary veins. *N Engl J Med.* 1998;339(10):659–666. doi: 10.1056/nejm199809033391003
62. Cox JL. A brief overview of surgery for atrial fibrillation. *Ann Cardiothorac Surg.* 2014;3(1):80–88. doi: 10.3978/j.issn.2225-319X.2014.01.05

## ОБ АВТОРАХ

Автор, ответственный за переписку:

**Сахаров Эмиль Романович**,  
адрес: Российская Федерация, 115682,  
Москва, Ореховый бульвар, д. 28;  
e-mail: sakharoom@gmail.com; eLibrary SPIN: 6744-9462;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1057-2777>

Соавторы:

**Зотов Александр Сергеевич**, к.м.н.;  
e-mail: zotov.alex.az@gmail.com; eLibrary SPIN: 9315-6570;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0494-0211>

**Королёв Сергей Владимирович**, к.м.н.;  
e-mail: sergejkorolev@yandex.ru; eLibrary SPIN: 4545-3450;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5513-2332>

**Дракина Ольга Викторовна**; к.м.н.;  
e-mail: Odrakina@mail.ru; eLibrary SPIN: 3896-5787;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1038-2589>

**Троицкий Александр Витальевич**, д.м.н.;  
e-mail: dr.troitskiy@gmail.com; eLibrary SPIN: 2670-6662;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2143-8696>

**Хабазов Роберт Иосифович**, д.м.н.;  
e-mail: khabazov119@gmail.com; eLibrary SPIN: 8264-7791;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6801-6568>

## AUTHOR'S INFO

The author responsible for the correspondence:

**Emil R. Sakharov**, M.D.;  
address: 28, Orekhovy boulevard,  
Moscow, 115682, Russia;  
e-mail: sakharoom@gmail.com; eLibrary SPIN: 6744-9462;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1057-2777>

Co-authors:

**Aleksandr S. Zotov**, M.D., Ph.D.;  
e-mail: zotov.alex.az@gmail.com; eLibrary SPIN: 9315-6570;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0494-0211>

**Sergey V. Korolev**, M.D., Ph.D.;  
e-mail: sergejkorolev@yandex.ru; eLibrary SPIN: 4545-3450;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5513-2332>

**Olga V. Drakina**, M.D., Ph.D.;  
e-mail: Odrakina@mail.ru; eLibrary SPIN: 3896-5787;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1038-2589>

**Aleksandr V. Troitskiy**, M.D., Ph.D., Dr. Sci. (Med.);  
e-mail: dr.troitskiy@gmail.com; eLibrary SPIN: 2670-6662;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2143-8696>

**Robert I. Khabazov**, M.D., Ph.D., Dr. Sci. (Med.);  
e-mail: khabazov119@gmail.com; eLibrary SPIN: 8264-7791;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6801-6568>