

НОВЫЙ ПОДХОД В ЛЕЧЕНИИ ПАЦИЕНТОВ С ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ СЕРДЦА И ФИБРИЛЛЯЦИЕЙ ПРЕДСЕРДИЙ

Зотов А.С., Вачев С.А., Сахаров Э.Р., Королев С.В.*,
Троицкий А.В., Хабазов Р.И.

DOI: 10.25881/20728255_2021_16_2_33

ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий ФМБА России», Москва

Резюме. Цель: оценить возможность одновременного выполнения аортокоронарного шунтирования (АКШ) и радиочастотной абляции (РЧА) по схеме «box-lesion» на работающем сердце (off-pump) с применением торакоскопических электродов для биполярной хирургической абляции Cardioblate Gemini-S (Medtronic inc).

Методы: с августа 2019 по январь 2020 гг. в нашей клинике было выполнено 9 операций АКШ на работающем сердце с одномоментной РЧА по схеме «box-lesion» с применением электродов Cardioblate Gemini-S у пациентов с ишемической болезнью сердца (ИБС) и фибрилляцией предсердий. Средний возраст пациентов составил 67 лет, все пациенты были мужского пола. Пароксизмальная форма ФП диагностирована у 2, персистирующая – у 7 пациентов. Длительность ФП составила 26 месяцев. Всем пациентам было выполнено АКШ по методике off-pump. Индекс реваскуляризации составил 3. Левая внутренняя грудная артерия использовалась для шунтирования передней нисходящей артерии у всех пациентов, остальные бассейны были реваскуляризованы аутовенозными трансплантатами. По завершении этапа реваскуляризации миокарда всем пациентам была выполнена РЧА по схеме «box-lesion» с применением электродов Cardioblate Gemini-S. Время абляции составило 18 минут. Заключительным этапом выполнялась резекция ушка левого предсердия механическим сшивающим аппаратом.

Результаты: общее время операции составило 190 мин. Синусовый ритм у пациентов с персистирующей формой ФП был восстановлен электроимпульсной терапией по окончании процедуры. Интра- и послеоперационных осложнений, таких как ОИМ, ОНМК, ТИА, реоперация по поводу кровотечения, не наблюдалось. Так же не было зафиксировано случаев брадиаритмий, потребовавших имплантации постоянного ЭКС. Все пациенты были выписаны на синусовом ритме.

Вывод: применение торакоскопических электродов Cardioblate Gemini-S позволяет выполнить сочетанное вмешательство – АКШ и РЧА по схеме «box-lesion» – без использования метода искусственного кровообращения (ИК), что позволяет снизить потенциальный риск развития периоперационных осложнений у пациентов с коронарной болезнью и ФП. Мы считаем, что подобный оригинальный метод подходит пациентам, относящимся к группе высокого риска.

Ключевые слова: ишемическая болезнь сердца, радиочастотная абляция, фибрилляция предсердий.

Введение

ФП является наиболее распространенной сердечной аритмией в современной клинической практике с распространенностью 1,5–2% в общей популяции [1]. В США распространенность ФП составляет до 6% среди лиц старше 65 лет [2–4]. Приблизительно 89000 новых случаев регистрируется ежегодно, и 570000 пациентов имеют определенную форму предсердной аритмии в любой момент времени. У лиц старше 65 лет средний риск развития ФП более чем в 5 раз выше. Существуют многочисленные факторы риска развития аритмии,

A NEW APPROACH IN THE TREATMENT OF PATIENTS WITH CORONARY ARTERY DISEASE AND ATRIAL FIBRILLATION

Zotov A.S., Vachev S.A., Saharov E.R., Korolev S.V.*, Troickij A.V., Habazov R.I.
Cardiac Surgery Department of Federal Research and Clinical Center, Moscow

Abstract. Objective: to assess the possibility of simultaneous coronary artery bypass grafting and novel technique for left atrial posterior wall isolation (box-lesion) on a beating heart (off-pump) using Cardioblate Gemini-S (Medtronic, inc) thoracoscopic electrodes for bipolar surgical ablation.

Methods: within the period of August 2019 to January 2020, nine patients were operated in our clinic. We performed simultaneous coronary artery bypass grafting on the beating heart combined with left atrial posterior wall isolation (box-lesion scheme) using Cardioblate Gemini-S electrodes in patients with coronary artery disease and atrial fibrillation (AF). The average age of the patients was 67 years old, all patients were male. Paroxysmal AF was diagnosed in 2 patients, and 7 patients had persistent atrial fibrillation. Duration of the atrial fibrillation was 26 months. All patients underwent off-pump coronary artery bypass grafting. The revascularization index was 3. The left internal thoracic artery was used to bypass the anterior descending artery in all patients and the other coronary vessels were revascularized with venous grafts. After myocardial revascularization, all patients underwent radiofrequency left atrial posterior wall isolation (box-lesion scheme) using Cardioblate Gemini-S electrodes. Ablations time was 18 minutes. Finally, the left atrial appendage resection with a stapler and bilateral epicardial stimulation were performed.

Results: the total operation time was 190 minutes. Sinus rhythm in patients with persistent atrial fibrillation was restored at the end of procedures due to cardioversion. Perioperative complications, such as myocardial infarction, a stroke or a transient ischemic attack, reoperation for bleeding, were not observed. There were no cases of bradyarrhythmia requiring implantation of the permanent pacemaker. All patients were discharged in sinus rhythm.

Conclusion: cardioblate Gemini-S thoracoscopic electrodes allow us to perform combined intervention, that is coronary artery bypass grafting and radiofrequency left atrial posterior wall isolation (the box-lesion scheme), without artificial blood circulation. This approach allows us to reduce potential risks of developing perioperative complications in patients with coronary artery disease and atrial fibrillation. We believe this original technique is available for high-risk patients.

Keywords: coronary artery disease, radiofrequency ablation, atrial fibrillation.

включая гипертонию, ожирение, потребление алкоголя, сахарный диабет и структурную патологию сердца, в том числе ишемию миокарда [3].

Хирургическое лечение ФП в последнее время приобретает все более заметную роль в кардиохирургической практике. Частота выполнения сопутствующей хирургической абляции ФП у пациентов, переносящих операцию на открытом сердце по поводу клапанных пороков и/или ИБС, в последнее время неуклонно увеличивается [3; 5–9].

Модификация операции «лабиринт III» стала возможной благодаря разработке новых источников энергии

* e-mail: sergejkorolev@narod.ru

[10–12]. Данная модификация, более легкая в плане выполнения, получила название операция «лабиринт IV» («Cox-Maze IV»). Скорость, простота выполнения и эффективность процедуры обеспечили развитие метода при соблюдении электрофизиологических принципов, разработанных James L. Cox [13]. Распространенность предоперационной ФП, а также вероятность проведения сопутствующей абляции варьирует в зависимости от заболевания сердца и вида планируемой хирургической процедуры. Вероятность сопутствующей абляции у митральных пациентов с ФП приближается к 60%, что намного превышает наблюдаемую частоту абляции при операциях на аортальном клапане (31%) и при АКШ (26%) [14].

В популяции пациентов с ИБС наличие ФП является маркером более высокого риска и само по себе связано с повышенным риском ранней и поздней смертности и заболеваемости [15–17].

Хирургическая абляция при операциях АКШ по своей сути отличается от абляции при вмешательствах на митральном клапане, поскольку изначально нет необходимости выполнения левой или биатриальной атриотомии [18; 19]. Поэтому многие хирурги предпочитают менее инвазивный подход, как, например, эпикардальную радиочастотную абляцию (РЧА) только устьев легочных вен, не учитывая патофизиологию ФП. Такой подход, безусловно, облегчает проведение операции в целом [18].

Выполнение сочетанной операции коронарного шунтирования и РЧА по биатриальной схеме или по схеме «box-lesion», требует подключения аппарата ИК. Негативное влияние ИК изучено в многочисленных исследованиях [20]. Применение ИК и остановка сердечной деятельности, в свою очередь, могут привести к развитию периоперационных осложнений, особенно у пациентов высокого риска. Выполнение АКШ и изоляции только устьев легочных вен возможно на работающем сердце [19; 21], хотя такая схема абляции уступает схеме «box-lesion».

Мы предлагаем совместить операцию АКШ off-pump и РЧА с применением торакоскопических электродов Gemini-S. Описанный в нашей статье подход позволяет выполнить полноценную реваскуляризацию миокарда и абляцию левого предсердия по схеме «box-lesion» на работающем сердце и снизить потенциальный риск развития осложнений для пациентов высокого хирургического риска.

Методы

Характеристика пациентов

В исследование включено 9 пациентов, которым за период с августа 2019 по февраль 2020 г. в нашем центре была выполнена процедура РЧА по схеме «box-lesion» в комбинации с АКШ на работающем сердце (off-pump). Клинические характеристики пациентов представлены в табл. 1.

Табл. 1. Клиническая характеристика пациентов

Кол-во мужчин	9
Возраст (лет)	67 (59; 75)
Индекс массы тела (кг/м ²)	30 (24;35)
Длительность ФП (месяцев)	26 (5; 42)
Пароксизмальная ФП (кол-во пациентов)	2
Персистирующая ФП (кол-во пациентов)	7
Поражение 2-х коронарных артерий (кол-во пациентов)	2
Поражение 3-х коронарных артерий (кол-во пациентов)	7
Фракция выброса левого желудочка, %	50 (42; 63)
Давление в легочной артерии (мм рт. ст.)	36 (24; 52)
ПИКС (кол-во пациентов)	6
ОНМК в анамнезе (кол-во пациентов)	1
ТИА (кол-во пациентов)	1
ХОБЛ (кол-во пациентов)	2
ХБП (кол-во пациентов)	2
Индекс объема левого предсердия	55 (42; 67)
Артериальная гипертензия (кол-во пациентов)	6
Сахарный диабет (кол-во пациентов)	3
Гиперхолестеринемия (кол-во пациентов)	4

Примечание: количественные данные представлены как Me (min; max), где Me — медиана. Сокращения: ПИКС — постинфарктный кардиосклероз; ОНМК — острое нарушение мозгового кровообращения; ТИА — транзиторная ишемическая атака; ХОБЛ — хроническая обструктивная болезнь легких; ХБП — хроническая болезнь почек.

Хирургическая техника

Пациентов укладывали на операционном столе в положение «лежа на спине». Налаживался мониторинг электрокардиограммы (ЭКГ), пульсоксиметрии, инвазивный мониторинг давления через катетеризированную лучевую или бедренную артерию. Катетеризацию легочной артерии рутинно не использовали. Всем пациентам проводилась комбинированная эндотрахеальная анестезия. Выделение большой подкожной вены проводилось одномоментно со срединной стернотомией и забором левой внутренней грудной артерии. Далее выполнялась перикардия и проводилась гепаринизация. Активированное время свертывания поддерживалось на уровне более 300 с во время процедуры.

Первым этапом выполнялась реваскуляризация миокарда (многососудистое шунтирование по методике off-pump). Для формирования дистальных анастомозов использовался стабилизатор миокарда Ostopus, для фиксации верхушки сердца использовалась система для позиционирования сердца Starfish. Проксимальные анастомозы формировались при помощи системы Heartstring с целью снижения риска развития тромбоэмболических событий. Во всех случаях проводилась проверка функции шунтов при помощи метода операционной флоуметрии.

Для проведения РЧА мы использовали абляционное устройство Cardioblade Gemini-S. Через поперечный и косой синус перикарда заводились гибкие проводники аналогично процедуре «GALAXY» [22]. Поскольку проводники имеют гибкую структуру не было необходимости

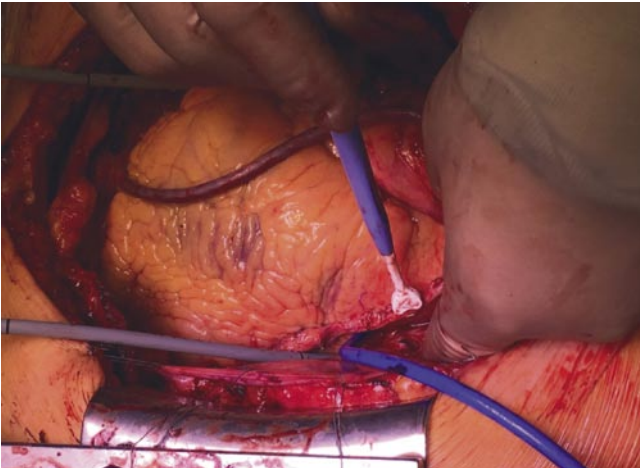


Рис. 1. Заведение проводников через синусы перикарда, флоуметрия маммарокоронарного шунта.

выполнять «вывих» сердца с возможным риском нарушения гемодинамики (Рис. 1).

Далее орошаемый гибкий электрод *Cardioblate Gemini-S* фиксировался к направляющим проводникам, налаживалось орошение рабочей поверхности электрода и бранши электрода заводились в косой и поперечный синус перикарда слева для проведения абляции левых легочных вен и части задней стенки левого предсердия (Рис. 2).

Аналогичным способом выполнялась абляция устьев правых легочных вен и задней стенки левого предсердия. Мы выполняли по 10 аппликаций с каждой стороны. Применение электродов *Gemini-S* позволяло нам достичь абляции всей задней стенки левого предсердия единым блоком по схеме «box lesion», как было описано в оригинальной статье [22].

Следующим этапом выполнялась резекция ушка левого предсердия (Рис. 3). Для резекции ушка левого предсердия использовали эндоскопический сшивающий аппарат *Ethicon Endosurgery* или *Endo GIA* с кассетой длиной 60 мм. Необходимо отметить, что чреспищеводную эхокардиографию выполняли всем пациентам как интраоперационно, так и перед операцией. Обнаружение тромба в ушке левого предсердия на дооперационном этапе являлось причиной отказа от проведения операции на работающем сердце.

После резекции ушка левого предсердия проводили восстановление синусового ритма и проверку блока проведения. Синусовый ритм восстанавливали проведением электрической кардиоверсии 7 пациентам с персистирующей формой ФП, 2 пациента с пароксизмальной формой ФП были интраоперационно на синусовом ритме. Далее оценивали трансмуральность линий визуально (Рис. 4) и проверкой блока проведения. Подтверждением изоляции легочных вен служил отрицательный ответ на кардиостимуляцию в 20 мА как описано *Schill M.R.* и соавт. [23]. В конце операции блок проводимости был достигнут и подтвержден последующей стимуляцией у всех пациентов.

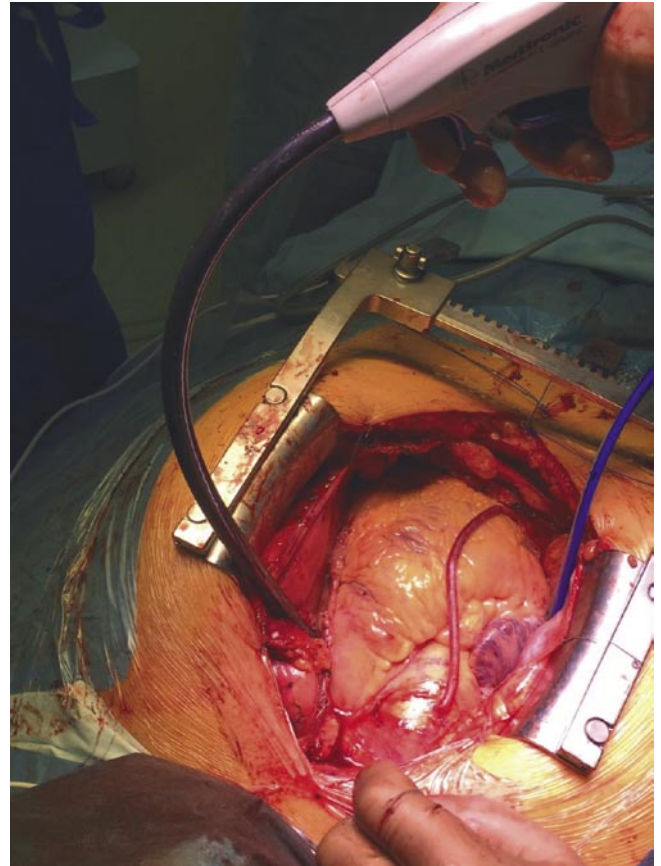


Рис. 2. Абляция левых легочных вен и задней стенки левого предсердия.

Операция заканчивалась установкой дренажей, подшиванием временных электродов к правому предсердию и правому желудочку. Далее выполняли послойное ушивание тканей общепринятым способом. Все пациенты переводились в реанимацию на синусовом ритме.

Интраоперационно всем пациентам проводилась инфузия кордарона в средней дозе 600 мг, такую же дозу пациент получал в 1-е сутки послеоперационного

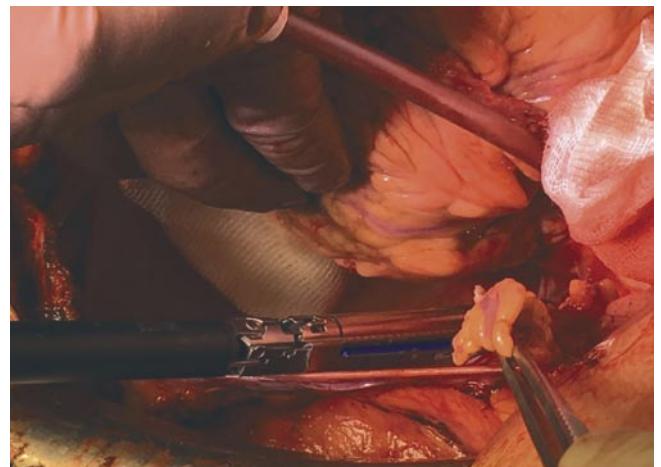


Рис. 3. Резекция ушка левого предсердия механическим сшивающим аппаратом.

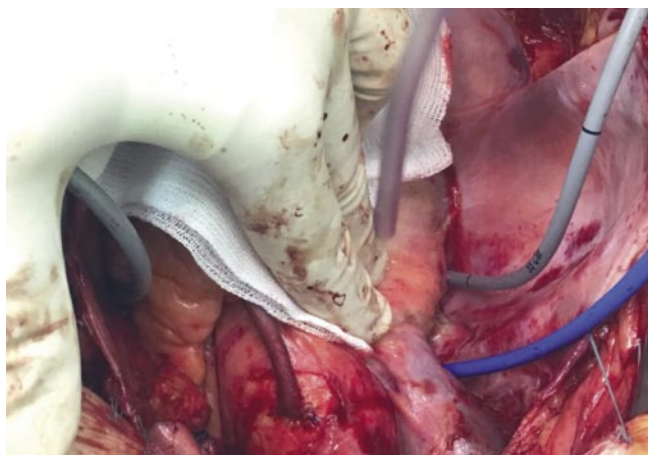


Рис. 4. Визуальный контроль трансмуральных линий.

периода. Далее снова переходили на таблетированную форму препарата для поддержания синусового ритма в дозе 200–400 мг в сутки. Все пациенты получали бета-блокаторы (индивидуальные дозы), статины, аспирин и антигипертензивные препараты (при необходимости) до выписки из стационара. В палате реанимации всем пациентам назначались низкомолекулярные гепарины подкожно с последующей отменой и переходом на новые оральные антикоагулянты.

Результаты

Результаты хирургического лечения представлены в табл. 2. В нашей серии операций послеоперационных осложнений зафиксировано не было. В одном случае наблюдался рецидив ФП на 4-е сутки после операции у пациента с персистирующей формой в анамнезе. Пациенту потребовалось дополнительное проведение электрической кардиоверсии, после которой удалось восстановить синусовый ритм.

Табл. 2. Клиническая характеристика пациентов

Время операции (минут)	190 (142; 247)
Индекс реваскуляризации	3 (2; 4)
Время абляции (минут)	18 (16; 23)
Длительность вентиляции в реанимации (часов)	5 (4; 8)
Пребывание в отделении интенсивной терапии (часов)	18 (14; 32)
Пребывание в стационаре (суток)	8 (5; 14)
Периоперационный инфаркт миокарда	0
Острое нарушение мозгового кровообращения/ТИА	0
Кровопотеря по дренажам (мл) 1 сутки	350 (250; 750)
Необходимость в гемотрансфузии компонентов крови	1
Необходимость кардиотонической/вазопрессорной поддержки в 1-е сутки	2
Рецидив ФП	1
Экссудативный плеврит, потребовавший пункции плевральной полости	1

Примечание: количественные данные представлены как Ме (min; max), где Ме — медиана.

Одному пациенту в послеоперационном периоде потребовалась гемотрансфузия в связи с избыточным поступлением крови по дренажам, однако проведение стернотомии и реоперация не потребовались. Еще одному пациенту потребовалось выполнение плевральной пункции по поводу экссудативного плеврита, но данное осложнение никаким образом не повлияло на дальнейшее течение послеоперационного периода.

При выписке из стационара всем пациентам проводили контрольное лабораторное и инструментальное обследование в следующем объеме: общий анализ крови, биохимический анализ крови, исследование тропонина и ртВНР, рентгенография органов грудной клетки, 24-часовое холтеровское мониторирование ЭКГ, ЭхоКГ и другие исследования при необходимости. При контрольном холтеровском мониторировании ЭКГ у всех пациентов регистрировался синусовый ритм.

Обсуждение

Хирургическое лечение ФП в последнее время приобретает все более заметную роль в кардиохирургической практике [8; 14]. Количество хирургических абляций увеличивается с каждым годом, следует отметить, что на данный момент показания для РЧА расширяются во всех подгруппах пациентов (как у пациентов с пороками сердца, так и с ИБС) [18; 24]. Сопутствующая ФП является маркером более высокого риска у пациентов с ИБС и сама по себе связана с повышенным риском ранней и поздней смертности и заболеваемости [15–17; 25].

Хирургическая абляция при операциях коронарного шунтирования по своей сути отличается от процедуры при пороках митрального клапана. Это обусловлено тем, что при АКШ нет потребности выполнять атриотомию. Оперирующий хирург вправе выбирать какую схему операции он будет выполнять: полную биатриальную схему операции «лабиринт», левопредсердный вариант или эпикардальную РЧА только устьев легочных вен. Многие хирурги предпочитают менее инвазивный подход у пациента с ИБС, выполняя РЧА только устьев легочных вен [18; 21; 24]. Коронарное шунтирование с абляцией только устьев легочных вен можно выполнить и на работающем сердце, по крайней мере 8 исследований продемонстрировали удовлетворительные результаты такого подхода [21]. Исследование, проведенное Akpinar B. и соавт. [19] продемонстрировало превосходные результаты коронарного шунтирования на работающем сердце с изоляцией устьев легочных вен как при пароксизмальной, так и при персистирующей форме ФП. Тем не менее схема «box lesion» оказалась эффективней по сравнению с изоляцией только устьев легочных вен [26].

Выполнение коронарного шунтирования и сопутствующей РЧА по схеме «box-lesion» сопряжено с применением ИК. Методика ИК и аноксия миокарда сами по себе могут привести к развитию послеоперационных осложнений (периоперационное повреждение миокарда, острая сердечно-сосудистая, дыхательная, почечная не-

достаточность) и неблагоприятному исходу [27–32]. Это особенно важно для пациентов высокого периперационного риска [27; 32].

Мы предлагаем оригинальную методику хирургического лечения пациентов с ИБС и ФП. Применение абляционного устройства Medtronic Cardioblate Gemini-S, предназначенного для торакоскопических операций, позволяет выполнить сочетанное вмешательство — АКШ и РЧА по схеме «box-lesion» — без использования ИК. Это в свою очередь позволяет снизить потенциальный риск развития периперационных осложнений, что особенно важно у пациентов, относящихся к группе высокого риска.

Данный подход также позволяет избежать позиционирования сердца во время абляции легочных вен обычным электродом и тем самым предотвратить падение гемодинамики и развитие синдрома низкого сердечного выброса. Поскольку электрод имеет гибкую структуру, то риск повреждения структур сердца минимальный. В нашем исследовании мы не получили серьезных послеоперационных осложнений, что говорит о безопасности подобного подхода. Безусловно небольшое количество выполненных операций не позволяет нам говорить о свободе от ФП в отдаленном периоде и отдаленных результатах в целом. Тем не менее процедура «GALAXY», описанная Doty и соавт. [22], демонстрирует превосходные результаты. В настоящее время в литературе описан целый ряд протоколов использования абляционного устройства Medtronic Cardioblate Gemini-S с хорошим клиническим результатом [22; 33–35]. Поэтому, используя устройство Medtronic Cardioblate Gemini-S, разработанное под торакоскопическую абляцию, мы надеемся получить аналогичные результаты при проведении сочетанной операции.

Выводы

Коронарное шунтирование на работающем сердце в сочетании с РЧА по схеме «box lesion» с применением орошаемых электродов Cardioblate Gemini-S является безопасным методом лечения пациентов с ИБС и ФП. Мы считаем, что подобный оригинальный подход оправдывает себя у пациентов высокого периперационного риска.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов (The authors declare no conflict of interest).

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Xu J, Luc JGY, Phan K. Atrial fibrillation: review of current treatment strategies. *Journal of Thoracic Disease*. 2016; 8(9): 886-900. doi:10.21037/jtd.2016.09.13.
- January CT, Wann LS, Alpert JS, et al. 2014 AHA/ACC/HRS guideline for the management of patients with atrial fibrillation: executive summary. A report of the American College of Cardiology/American Heart Association task force on practice guidelines and the Heart Rhythm Society. *Circulation*. 2014; 130: 2071-2104.
- Calkins H, Kuck KH, Cappato R, et al. 2012 HRS/EHRA/ECAS expert consensus statement on catheter and surgical ablation of atrial fibrillation: recommendations for patient selection, procedural techniques, patient management and follow-up, definitions, endpoints, and research trial design. A report of the Heart Rhythm Society (HRS) task force on catheter and surgical ablation of atrial fibrillation. *Heart Rhythm* 2012; 9: 632-696.
- Shemin RJ, Cox JL, Gillinov AM, Blackstone EH, Bridges CR, and the 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: 1225-1230.
- Loardi C, Zanobini M, Alamanni F. Surgical Treatment of Atrial Fibrillation. doi: 10.5772/intechopen.76700.
- Bakir I, Casselman FP, Brugada P, et al. Current strategies in the surgical treatment of atrial fibrillation: review of the literature and Onze Lieve Vrouw Clinic's strategy. *Ann Thorac Surg*. 2007; 83(1): 331-340. doi:10.1016/j.athoracsur.2006.07.038.
- Lee AM, Melby SJ, Damiano RJ. Jr. The Surgical Treatment of Atrial Fibrillation. *Surg Clin North Am*. 2009; 89(4): 1001-1020. doi:10.1016/j.suc.2009.06.001.
- Badhwar V, Rankin JS, He X, et al. The Society of Thoracic Surgeons mitral repair/replacement composite score: a report of The Society of Thoracic Surgeons Quality Measurement Task Force. *Ann Thorac Surg*. 2016; 101: 2265-2271. doi:10.1016/j.athoracsur.2015.11.049.
- Lloyd-Jones D, Adams R, Carnethon M, et al. Heart disease and stroke statistics — 2009 update: a report from the American Heart Association statistics committee and stroke statistics subcommittee. *Circulation*. 2009; 119(3): 480-486.
- Cox JL, Ad N. The importance of cryoablation of the coronary sinus during the maze procedure. *Semin Thorac Cardiovasc Surg*. 2000; 12: 20-24.
- Patwardhan AM. Intraoperative radiofrequency microbipolar coagulation to replace incisions of maze III procedure for correcting atrial fibrillation in patients with rheumatic valvular disease. *Eur J Cardiothorac Surg*. 1997; 12: 627-633.
- Kim JB, Cho WC, Jung SH, et al. Alternative energy sources for surgical treatment of atrial fibrillation in patients undergoing mitral valve surgery: Microwave ablation vs cryoablation. *J Korean Med Sci*. 2010; 25(10): 1467-1472.
- Cox JL, Schuessler RB, Lappas DG, Boineau JP. An 8 1/2-year clinical experience with surgery for atrial fibrillation. *Ann Surg*. 1996; 224: 267-275.
- 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: 1051-1060.
- Quader MA, McCarthy PM, Gillinov AM, et al. Does preoperative atrial fibrillation reduce survival after coronary artery bypass grafting? *Ann Thorac Surg*. 2004; 77: 1514-1524.
- Sankaranarayanan R, Kirkwood G, Visweswariah R, Fox DJ. How does chronic atrial fibrillation influence mortality in the modern treatment era? *Current Cardiology Reviews*. 2015; 11: 190-198.
- Batra G, Ahlsson A, Lindahl B, et al. Atrial fibrillation in patients undergoing coronary artery surgery is associated with adverse outcome. *UPSALA Journal of medical sciences*. 2019; 124(1): 70-77. doi:10.1080/030097-34.2018.1504148.
- 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.
- 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: 1332-1338.
- Jaeger P, Suyker W. Off-pump coronary artery bypass surgery. *Heart* 2002; 88: 313-318.
- Khiabani AJ, Adademir T, Schuessler RB, 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.
- Doty JR, Clayton SE. Surgical Treatment of Isolated (Lone) Atrial Fibrillation With Gemini-S Ablation and Left Atrial Appendage Excision (GALAXY Procedure). *Innovations (Phila)*. 2012; 7(1): 33-38. doi:10.1097/IMI.0b013e3182560612.
- 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.

24. 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.
25. Hornero F, Martín E, Mena-Durán AV, et al. Atrial fibrillation and stroke risk after coronary artery bypass grafting surgery. *J Atr Fibrillation.* 2013; 6(3): 23-28.
26. 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: 727-731.
27. Kunt AS, Darcın OT, Andac MH. Coronary artery bypass surgery in high-risk patients. *Current Controlled Trials in Cardiovascular Medicine.* 2005; 6(1): 13. doi:10.1186/1468-6708-6-13.
28. Cavallaro P, Itagaki S, Seigerman M, et al. Operative mortality and stroke after on-pump vs off-pump surgery in high-risk patients: an analysis of 83,914 coronary bypass operations. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2014; 45(1): 159-164. doi:10.1093/ejcts/ezt221.
29. Palmerini T, Savini C, Eusanio MD. Risks of Stroke After Coronary Artery Bypass Graft — Recent Insights and Perspectives *Interv Cardiol.* 2014; 9(2): 77-83. doi:10.15420/icr.2011.9.2.77.
30. Biancari F, Mosorin M, Rasinaho E. Postoperative stroke after off-pump versus on-pump coronary artery bypass surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2007; 133(1): 169-173.
31. Lund C, Hol PK, Lundblad R, et al. Comparison of cerebral embolization during off-pump and on-pump coronary artery bypass surgery. *Ann Thorac Surg.* 2003; 76: 765-770.
32. Davierwala M. Current outcomes of off-pump coronary artery bypass grafting: evidence from real world practice. *J Thorac Dis.* 2016; 8(10): 772-786. doi:10.21037/jtd.2016.10.102.
33. Guo QZ, Zhu D, Bai ZX, et al. A novel “box lesion” minimally invasive totally thoracoscopic surgical ablation for atrial fibrillation. *Ann Acad Med Singapore.* 2015; 44(1): 6-12.
34. Janusauskas V, Puodziukaite L, Maneikiene VV, et al. Long-term results of minimally invasive stand-alone bi-atrial surgical ablation with a bipolar ablation device for persistent and longstanding persistent AF: a single center case series of 91 patients. *J Cardiothorac Surg.* 2016; 11(1): 23-31. doi:10.1186/s13019-016-0416-0.
35. Antikeev AM, Shamuratov IK, Dyurzhanov AA, et al. Thoracoscopic radiofrequency ablation for atrial fibrillation: operative technique and immediate results of three clinical cases. *Annals of Arrhythmology.* 2017; 14(3): 150-154.