

© МУРАДОВ А.Г., ЭФЕНДИЕВ В.У., АНДИН А.В., ДРОБОТ Д.Б., ДЕМИДОВ Д.П., САКОВИЧ В.А.

УДК 616.12-089

DOI: 10.20333/25000136-2021-3-15-25

## История развития коронарной хирургии

А.Г. Мурадов<sup>1</sup>, В.У. Эфендиев<sup>1</sup>, А.В. Андин<sup>1</sup>, Д.Б. Дробот<sup>1,2</sup>, Д.П. Демидов<sup>1</sup>, В.А. Сакович<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Федеральный центр сердечно - сосудистой хирургии, Красноярск 660020, Российская Федерация

<sup>2</sup>Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В. Ф. Войно-Ясенецкого, Красноярск 660022, Российская Федерация

**Резюме.** Среди сердечно - сосудистых заболеваний лидирующее место занимает ишемическая болезнь сердца – 50%. Коронарное шунтирование является золотым стандартом лечения пациентов с многососудистым поражением при ишемической болезни сердца. Современный уровень коронарной хирургии позволяет выполнять прямую реваскуляризацию миокарда безопасно и эффективно, с госпитальной летальностью, не превышающей 1-3%. В данной статье представлен обзор литературы, посвященный истории развития коронарной хирургии, включающий анализ актуальных данных в базах PubMed и Google Scholar за 2010 – 2020 годы: от первых экспериментальных процедур в начале 20 века и методов не-прямой реваскуляризации сердца, до выполнения непосредственно коронарного шунтирования пораженных артерий сердца, получившее бурное развитие с начала 60-х годов прошлого века. В статье описываются виды используемых трансплантатов, преимущества и недостатки каждого из них, а также современные методы и условия проведения коронарного шунтирования, дальнейшие перспективы развития хирургии ишемической болезни сердца.

**Ключевые слова:** ишемическая болезнь сердца, коронарное шунтирование, трансплантаты, бимаммарное шунтирование, артериальное шунтирование.

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

**Для цитирования:** Мурадов АГ, Эфендиев ВУ, Андин АВ, Дробот ДБ, Демидов ДП, Сакович ВА. История развития коронарной хирургии. *Сибирское медицинское обозрение.* 2021;(3):15-25. DOI: 10.20333/25000136-2021-3-15-25

## The history of coronary surgery development

A. G. Muradov<sup>1</sup>, V. U. Efendiev<sup>1</sup>, A. V. Andin<sup>1</sup>, D. B. Drobot<sup>2</sup>, D. P. Demidov<sup>1</sup>, V. A. Sakovich<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Federal Center for Cardiovascular Surgery, Krasnoyarsk 660020, Russian Federation

<sup>2</sup>Prof. V. F. Voyno-Yasenetsky Krasnoyarsk State Medical University, Krasnoyarsk 660022, Russian Federation

**Abstract.** The leading place among cardiovascular diseases in the world – 50% – belongs to the ischaemic heart disease. Coronary bypass grafting is the golden standard for treatment of patients with multivessel ischaemic heart disease. The modern level of coronary surgery makes it possible to perform safe and efficacious direct revascularisation with hospital lethality not exceeding 1-3%. This article presents a review of literature devoted to the history of coronary surgery development including analysis of relevant sources dated 2010-2020 published in PubMed and Google Scholar databases: from first experimental procedures in the beginning of the 20th century and indirect myocardial revascularisation methods to direct bypass grafting of the impaired heart vessels actively developed since early 1960s. The article describes types of grafts applied with description of advantages and disadvantages of each one as well as contemporary methods and conditions for coronary bypass grafting and further prospects in development of ischaemic heart disease surgery.

**Key words:** ischaemic heart disease, coronary artery bypass grafting, grafts, bimammary bypass grafting, arterial bypass graft surgery.

**Conflict of interest.** The authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest associated with the publication of this article.

**Citation:** Muradov AG, Efendiev VU, Andin AV, Drobot DB, Demidov DP, Sakovich VA. The history of coronary surgery development. *Siberian Medical Review.* 2021; (3):15-25. DOI: 10.20333/25000136-2021-3-15-25

Ишемическая болезнь сердца является одной из ведущих причин смерти во всех странах мира. На сегодняшний день, несмотря на увеличивающуюся частоту чрескожных коронарных вмешательств и технические достижения в разработке стентов, коронарное шунтирование остается «золотым стандартом» лечения пациентов с многососудистым поражением при ишемической болезни сердца (ИБС). С момента внедрения коронарного шунтирования в клиническую практику более полу века назад, данная операция стала одной из самых часто выполняемых кардиохирургических операций во всем мире [1].

Первые активные попытки лечения ИБС были предприняты на рубеже XIX-XX веков. В 1899 году французский доктор Francois Franck предложил идею шейной симпатэктомии: он считал, что перевязка симпатических нервных путей приведет к облегчению стенокардии. Спустя десятилетия эта идея была реализована в нескольких независимых исследованиях. Данная процедура избавляла пациентов от загрудинной боли, но не спасала их сердца от ишемии. Смертность среди пациентов оставалась высокой, больные часто погибали вследствие ишемической фибрилляции желудочков, особенно при физической нагрузке [2,3]. Безуспешность паллиативных методов

лечения ИБС требовала постоянного поиска новых методов хирургического лечения, обладающих большей эффективностью при меньших рисках. Подход к лечению ИБС разделился на методы непрямого и прямого восстановления кровотока. Разработка методик не прямой реваскуляризации сердца активно велась в 30-е годы XX века. Одной из самых популярных операций того времени была операция Thompson (по фамилии разработчика операции - доктора Stewart Thompson), которая заключалась в распылении талька в полости перикарда для развития асептического воспаления и дальнейшего неоваскулогенеза [4]. В 1948 году вышла статья, в которой американский хирург Claude Beck предложил артериализацию миокарда путем перевязки большой вены сердца и втирания в перикард асбестового порошка для образования спаек между миокардом и перикардом. В дальнейшем он модернизировал свою операцию: предложил улучшить артериализацию сердца путем соединения аорты с венечным синусом при помощи венозного ауто трансплантата первым этапом, затем, через две недели выполнить второй этап - сужение предсердного отверстия венечного синуса [5]. Данные методики не прямой реваскуляризации миокарда подверглись критике среди коллег и не стали применяться из-за неудовлетворительных результатов. В 1945 году канадский хирург Artur Vineberg имплантировал внутреннюю грудную артерию в толщу миокарда с надеждой на образование в последующем прямых анастомозов между артерией и сосудами сердца [6]. «Процедура Vineberg», как ее стали называть, имела переменный успех, но в целом положительный эффект от вмешательства наблюдался у многих пациентов в виде регресса клиники стенокардии. В дальнейшем были разработаны различные модификации этой операции – имплантация в миокард межреберной артерии, эпигастральной артерии, селезеночной артерии, аутовенозного трансплантата, анастомозированного проксимальным концом с аортой.

С появлением прямого коронарного анастомоза «процедура Vineberg» стала выполняться крайне редко, тем не менее, существуют исследования, в которых ангиографически подтверждена проходимость внутренней грудной артерии (ВГА), имплантированной в миокард через 30 и 35 лет после данной операции [7,8]. Примечательно, что за последние годы интерес к «процедуре Vineberg» вновь возродился благодаря экспериментальным исследованиям, сочетающим интрамиокардиальную имплантацию внутренней грудной артерии в сочетании с терапией внутримиокардиальными стволовыми клетками в качестве лечения неоперабельной ИБС на терминальной стадии [9].

Родоначальником прямой реваскуляризации миокарда является французский хирург Alexis Carrel, вы-

явивший связь между возникновением стенокардии и стенозами коронарных артерий и впервые в мировой практике разработавший технику аортокоронарных анастомозов [10]. В эксперименте на собаках он соединял нисходящую грудную аорту с коронарной артерией сердца с помощью трансплантата из сонной артерии, но возникновение фибрилляции желудочков, начинающейся после пережатия коронарной артерии более чем на 3 минуты, не позволяло успешно завершить операцию, хирург не имел возможности выполнить анастомоз между артериями за это время, поэтому эксперимент был обречен на провал [11]. В 1952 г. отечественный хирург-экспериментатор В.П. Демихов использовал левую ВГА для реваскуляризации передней нисходящей артерии (ПНА) у собаки с подтвержденной проходимость трансплантата через 2 года [12]. Об аналогичном раннем успехе использования ВГА сообщил канадский хирург Gordon Murray [13], а также американские хирурги David Sabiston [14] и Robert Goetz [15].

Прежде чем был сделан шаг к прямому хирургическому восстановлению коронарных артерий, Charles Bailey в 1956 году успешно провел эндартерэктомию из коронарных артерий сердца у семи пациентов [16]. Появление в клинической практике в 1958 году искусственного кровообращения и с последующим использованием концепции Melrouse - проливки цитрата калия в корень аорты для остановки сердца, сделало возможным оперировать на остановленном сердце в бескровном поле [17]. Несмотря на вышеупомянутые достижения в кардиохирургии, попытки улучшить кровоснабжение сердца в те годы основывались на недоказанных концепциях и были по сути «слепыми» вмешательствами. Все ещё оставался нерешенным вопрос оценки анатомии и локализации поражения в коронарных артериях, а также доказательств эффективности различных процедур реваскуляризации. 30 октября 1959 года Mayson Sones из Кливлендской клиники (США) непреднамеренно провел первую в мире коронарную ангиографию. При проведении аортографии 24-летнему мужчине с ревматическим пороком сердца случайно был введен проводник с контрастом в правую коронарную артерию, в результате сердце пациента остановилось, но после успешных реанимационных мероприятий пациента удалось спасти [18]. С этим событием доктор Sones осознал потенциальную ценность селективной коронарной ангиографии. Впоследствии он продемонстрировал, что эта процедура может локализовать поражения в коронарных артериях, создавая для хирурга точную картину места реваскуляризации сердца [19]. С момента открытия селективной коронарной ангиографии началась эпоха хирургического лечения ИБС. В мае 1960 года доктор Robert Goetz впервые в мире выполнил успешную реваскуляризацию сердца с использованием вну-



ходимы. Повторная ангиография через 8,5 лет показала проходимость для группы традиционного забора 76% и 90% соответственно для группы «no touch» ( $p = 0,01$ ) [33]. Несмотря на хорошие отдаленные результаты данной методики, рутинного применения на практике она не нашла.

David Taggart и Tomer Meirson в своих исследованиях сообщили, что использование внешнего стента для трансплантата из БПВ значительно уменьшает гиперплазию интимы в течение первого года наблюдения после операции, возможно это связано с более низким индексом колебательного сдвига, что приводит к уменьшению турбулентности потока внутри трансплантата [34,35].

Превосходная проходимость, наблюдаемая при использовании ВГА и ограничения, связанные с использованием БПВ, подогрели интерес к артериальной трансплантации в коронарной хирургии. Экспериментальные операции проводились с селезеночной артерией, подлопаточной артерией, межреберной артерией, латеральной огибающей бедренной артерией, нижней брыжеечной артерией, локтевой артерией. В рутинной практике вышеупомянутые трансплантаты популярности не ссыскали. В 1978 году было предложено использовать синтетические трансплантаты фирмы «Gore-Tex», но из-за высокой тромбогенности и низкой проходимости протеза от этого метода быстро отказались [36]. Многообещающими артериальными трансплантатами, помимо ВГА, были правая желудочно-сальниковая артерия и нижняя эпигастральная артерия. В нескольких исследованиях были показаны хорошие результаты послеоперационной проходимости этих трансплантатов [37,38]. Однако, их использование не было полностью интегрировано в клиническую практику из-за ряда технических проблем, таких как: необходимость выполнения лапаротомии, ограниченной длины трансплантатов, вариации в размере, небольшой дистальный диаметр и различия в биологических характеристиках, по сравнению с трансплантатом из ВГА, делали их менее подходящими. В медицинской базе данных Великобритании от 1992 года, при выполнении АКШ только в 3% случаев один из этих трансплантатов использовался на операции, и это было чаще связано с тем, что ВГА или БПВ не могли быть использованы по тем или иным причинам, т.е., по сути своей, данные артерии являлись резервными трансплантатами [39]. В 1973 году французский кардиохирург Alan Carpentier впервые применил лучевую артерию (ЛА) в качестве кондуита для АКШ. Однако, ранний опыт не был успешным, так как в течение нескольких лет после использования ЛА появились сообщения о значительной гиперплазии интимы и частой окклюзии. Предрасположенность ЛА к спазмированию обусловлена

наличием выраженного мышечного слоя. Техника забора ЛА методом скелетизации приводила к травме и спазму сосуда, в сочетании с механической дилатацией, это, вероятно всего, приводило к повреждению эндотелия и ранней окклюзии трансплантата [40]. Отрицательный опыт использования ЛА привёл к тому, что надолго прекратились попытки применять этот трансплантат в коронарной хирургии, пока об её использовании вновь не сообщил Асаг в 1992 г. Исследование показало 100% проходимость ЛА по результатам ранней послеоперационной ангиографии [41]. Сообщалось об успешных отдаленных результатах использования ЛА через 16 и 18 лет после операции. Хороший результат объяснялся использованием методики «бесконтактного» забора артерии, применения спазмолитической терапии, а не механической дилатации трансплантата для профилактики спазма и использования прецизионной техники наложения анастомоза. Успехи исследований Асаг в сочетании с рядом характеристик: простота забора, достаточная длина и схожесть в диаметре с коронарными артериями, вновь возродили интерес к ЛА как к трансплантату. Учитывая ограниченный срок службы БПВ, ЛА все чаще стала использоваться как трансплантат второго и третьего порядка. Появился ряд научных исследований с отличными отдаленными результатами использования ЛА [42,43].

Несмотря на то, что ЛА является артериальным сосудом, она больше подвержена атеросклерозу, чем ВГА. В одном из исследований сообщается, что пораженность атеросклерозом в ЛА составляет 5,3% против 0,7% во ВГА ( $p = 0,04$ ) [44]. Преимущества левой ВГА кажется разумным экстраполировать на правую ВГА. Исследования доктора James Tatoulis из Мельбурна (Австралия) продемонстрировало схожую проходимость трансплантатов из ЛВГА и ПВГА через 10 лет после операции (96,5% и 94,6% соответственно) [45]. Перспектива использования методики множественного маммарокоронарного шунтирования оставалась предметом дискуссий еще со времен начала использования одной левой ВГА. Исследование доктора Floyd Loor из Кливлендской клиники 1986 года показало, что использование левой ВГА для реваскуляризации ПНА связано с хорошей отдаленной выживаемостью пациентов, улучшением качества жизни, уменьшением рецидивов стенокардии и повторных инфарктов миокарда по сравнению с использованием БПВ, 10-летняя выживаемость пациентов составила 82,6% против 71%, соответственно ( $p < 0,0001$ ) [46]. В настоящее время использование левой ВГА для шунтирования ПНА считается «золотым стандартом» лечения в коронарной хирургии. Многие группы авторов в сфере коронарной хирургии стали предполагать, что использование обеих ВГА улучшат результаты лече-



ния ИБС. Эту гипотезу подтвердило исследование доктора Bruce Lytle из Кливлендского университета в 1999 году. Ретроспективное исследование продемонстрировало преимущество в выживаемости и отсутствие повторной операции у пациентов, где использовались обе ВГА. Выживаемость в этой группе пациентов составила 94%, 84% и 67% по сравнению с 92%, 79% и 64% в группе, где использовалась только одна ВГА через 5, 10 и 15 лет после операции, соответственно ( $p < 0,001$ ) [47]. После публикации этой работы использование обеих ВГА стало получать признание среди хирургов во всем мире, было проведено много исследований, показывающих преимущества применения обеих ВГА как в выживаемости, так и в качестве жизни пациентов в отдаленном периоде после операции. Несмотря на продолжающиеся научные доказательства, подтверждающие превосходство использования двух ВГА над одной, использование этой методики остается низким. Это связано с рядом факторов, в том числе с удлинением общего времени операции, увеличением частоты развития кровотечений в раннем послеоперационном периоде, и самое главное - высоким риском развития медиастенита из-за деваскуляризации грудины после забора обеих ВГА. Крупный метаанализ, сравнивающий использование одной и двух ВГА показал, что глубокая раневая инфекция грудины развивалась в два раза чаще при бимаммарном шунтировании (1,3% и 2,5% соответственно,  $p < 0,01$ ) [48]. Исследование ART – крупнейшее на сегодняшний день рандомизированное исследование (более 3000 пациентов), сравнивающее результаты операций КШ с использованием одной и двух ВГА [49]. В этой работе пятилетние результаты не показали значительной разницы между двумя методиками с точки зрения общей смертности, инфаркта миокарда или инсульта. Кривые выживаемости начали расходиться через 5 лет после операции и продолжали расходиться со временем в пользу использования двух ВГА. Десятилетние результаты исследования подтвердили, что бимаммарное коронарное шунтирование было связано с меньшей летальностью и необходимостью повторных вмешательств на коронарных артериях, но, в тоже время, сопряжено с увеличением абсолютного риска необходимости реконструкции грудины в связи с её нестабильностью (1,9% при биМКШ, против 0,6% при МКШ,  $p < 0,01$ ). В дальнейшем субанализе было установлено, что этот риск минимизируется при выделении ВГА методом скелетизации за счет сохранения кровоснабжения грудины через коллатеральный кровоток [50].

Несмотря на превосходные результаты операций с использованием методики бимаммарного коронарного шунтирования, особенно в отдаленном периоде наблюдений, когда эти преимущества становятся

очевидным, сохраняется повышенный риск развития инфекционных осложнений со стороны грудины. В особенности это касается пациентов с сахарным диабетом, ожирением, хронической обструктивной болезнью легких, а также пациентов пожилого возраста. КШ с использованием обеих ВГА у пожилых пациентов остается спорным вопросом среди кардиохирургов, т.к. пациенты этой возрастной группы имеют относительно короткую продолжительность жизни и связанный с увеличением возраста риск смерти от некардиальных причин, что приводит к плохому прогнозу при последующем наблюдении. Бимаммарное КШ должно рассматриваться как оптимальный вариант операции у пациентов с высокой ожидаемой продолжительностью жизни и низким риском стернальных осложнений.

Лучевая артерия (ЛА) представляет собой альтернативу второго артериального трансплантата для пациентов, для кого использование двух ВГА нежелательно, в связи с высоким риском стернальных осложнений, или как третий артериальный трансплантат. Результаты нескольких крупных исследований продемонстрировали убедительные доказательства проходимости этого трансплантата в отдаленном периоде: 90% – через 10 лет и более 85% – через 20 лет при шунтировании коронарных артерий со стенозом более 70% [51, 52].

В ряде клинических исследований было показано, что ЛА по своей эффективности сопоставима с правой ВГА, т.е. является конкурирующим трансплантатом второго порядка [53,54]. В практических рекомендациях Общества торакальных хирургов по реваскуляризации миокарда (США) рекомендовано рассмотрение возможности использования второго артериального трансплантата (правая ВГА или ЛА) для соответствующего пациента с разумной продолжительностью жизни (класс IIa) и учитывать использование двух ВГА у пациентов без высокого риска ранних осложнений грудины (класс IIa) [55]. Недавно опубликованный метаанализ на основе шести рандомизированных клинических исследований, сравнивающий ЛА и БПВ для КШ показал, что использование ЛА было связано с более низкой частотой наступления смерти, инфарктов миокарда и повторной реваскуляризации миокарда в течение 50 месяцев [56]. Идеальный баланс между лучшими отдаленными клиническими и ангиографическими результатами использования артериальных трансплантатов и риском развития осложнений, связанных с забором кондуитов, а также технической сложностью их использования, был и остается центром постоянных дискуссий в течение последних десятилетий.

Многочисленные исследования и метаанализы, подтверждающие хорошие результаты использования ВГА и ЛА в качестве трансплантатов для КШ,

дали толчок к использованию методики полной артериальной реваскуляризации (ПАР). Ретроспективные данные показали, что ПАР возможна у одной трети пациентов с изолированным КШ, при этом, отдаленная выживаемость у этих пациентов выше, по сравнению с пациентами, не получившими ПАР через 10 лет [57-59]. Разработаны и внедрены в хирургическую практику методики выполнения комpositных шунтов, когда ЛА или правая ВГА вшивается свободным графтом в левую ВГА (Y или T – графт), секвенциальная техника наложения анастомозов, увеличивающая количество наложения дистальных анастомозов. Использование комpositных Y/T - аутоартериальных графтов обеспечивает выполнения полностью анаортальной методики проведения операции, что позволяет избегать манипуляций с аортой (например, при кальцинозе аорты) и тем самым, возможно снизить риск развития в послеоперационном периоде неврологических осложнений. В исследовании CARRPO, сравнивающий ПАР и стандартное КШ с использованием БПВ, было показано что клинические и ангиографические данные через один год после операции идентичны между обеими группами [60]. Исходя из этого, можно сделать вывод что методика ПАР может эффективно и безопасно выполняться, как и традиционное КШ.

Согласно международным рекомендациям, при необходимости выполнения КШ у больного с многососудистым поражением необходимо стремиться к аутоартериальному шунтированию [61].

Говоря об ПАР сердца, можно с уверенностью сказать, что эта методика является современной тенденцией в хирургическом лечении ИБС. Помимо превосходства над венозными трансплантатами, артериальные обеспечивают высокую степень универсальности и долгосрочную проходимость, сводя к минимуму необходимость повторного вмешательства. Эти преимущества особенно важны для пациентов с многососудистой ИБС и пациентов молодого возраста.

Современная эпоха коронарной хирургии, находясь на пути совершенствования операций, ознаменовалась бурным развитием мининвазивной реваскуляризации сердца (MICS). На сегодняшний день существуют несколько разновидностей этих операций: минимально инвазивное прямое коронарное шунтирование (MIDCAB) и множественное минимальное инвазивное коронарное шунтирование (MICS). Эти операции были разработаны на основе торакотомии, получившей широкое применение ещё в начале и середине 60-х годов (доступ по Колесову). Первые сообщения о MIDCAB появились в середине 90-х годов, о первой группе из 155 пациентов с изолированными поражениями ПНА в Италии сообщил Antonio Calafiore [62], методика была стан-

дартизирована, а позже подробно описана Valavanur Subramanian [63]. Доступ к коронарным артериям и выделение трансплантата ВГА выполняется через передне - боковую левостороннюю торакотомию с использованием разработанных инструментов для мининвазивных вмешательств, специального ранорасширителя и стабилизаторы миокарда. Американский хирург David Holzhey сообщил о послеоперационной смертности 0,8% и проходимости шунтов 95,5% после рутинной послеоперационной ангиографии у 1768 пациентов прооперированных в период с 1996 по 2009 годы по методике MIDCAB, выживаемость через 5 и 10 лет у этих пациентов составила 88,3% и 76,6% соответственно [64]. Очень важным при выполнении операции через мини доступ является выделение ВГА, которое не только занимает гораздо больше времени, чем при срединной стернотомии, но и связано с большим риском повреждения трансплантата. Важным моментом при выделении ВГА является пересечение всех межреберных ветвей, несоблюдение этого правила может привести к развитию синдрома обкрадывания маммарокоронарного анастомоза и, в дальнейшем, к несостоятельности шунта. Операции MICS позволяют проводить одновременно реваскуляризацию двух и более коронарных артерий. Наложение проксимальных анастомозов возможно как непосредственно к самой аорте с помощью зажима для бокового отжатия, так и анаортально с помощью комpositных графтов в различных конфигурациях и секвенциальной техники наложения анастомозов аналогичной при выполнении операций через стернотомный доступ. MICS проводится как на работающем сердце, так и в условиях искусственного кровообращения с использованием бедренных сосудов для подключения аппарата ИК. С помощью MICS полная реваскуляризация миокарда достижима более чем в 95% случаев, методика позволяет получить доступ к передней, боковой и нижней стенкам сердца, периоперационная летальность сопоставима с традиционным КШ [65].

Отбор пациентов на КШ из мини доступа имеет очень важное значение: эти операции следует проводить у стабильных пациентов с сохранной фракцией выброса левого желудочка, без деформаций грудной клетки и сопутствующих заболеваний легких, не рекомендуется пациентам с ожирением. Анатомия пораженных коронарных артерий должна быть тщательно оценена до оперативного вмешательства, артерии должны иметь хороший диаметр за зоной поражения, очень важно чтоб артерии не располагались интрамурально, так как возможности для манипуляций с сердцем очень ограничены по сравнению со стернотомным доступом. Операции в условиях параллельного ИК обеспечивают декомпрессию ги-

перетрофированного сердца и предпочтительны для пациентов с сахарным диабетом, многососудистым поражением коронарных артерий и пограничной фракцией выброса левого желудочка.

Процедуры MICSR нацелены на снижение инвазивности, используя в качестве доступа к сердцу небольшой разрез 7-10 см, а не срединную стернотомию. С помощью этих технологий достигается хороший клинический результат с меньшим количеством осложнений, таких как, кровотечение и медиастинит, происходит ранняя активизация пациентов, хорошая отдаленная выживаемость, эти операции имеют более низкую финансовую затратность, что является немаловажным фактором для медицинских учреждений [66, 67].

Одним из направлений MICSR является эндоскопическое шунтирование коронарных артерий (TECAB). Японский хирург Go Watanabe впервые описал эту технологию в 1998 году с использованием торакоскопических инструментов: левая ВГА была выделена эндоскопически, наложение анастомоза с ПНА проводилось традиционным ручным швом через передне - боковую левостороннюю торакотомию с использованием стабилизатора миокарда [68]. Спустя год, французский хирург Didier Loulmet опубликовал отчет о первом полностью роботизированном эндоскопическом коронарном шунтировании с помощью роботизированной системы Da Vinci («Intuitive Surgical, Inc.», США) без выполнения хирургического разреза: оперативное вмешательство проводилось через проколы грудины для введения торакоскопических портов [69]. Основным преимуществом TECAB является минимизация хирургической травмы, возможность использования обеих ВГА даже в группах риска (пациенты с ожирением, сахарным диабетом, хронической обструктивной болезнью легких) и сокращением времени реабилитации пациентов в послеоперационном периоде. За два десятилетия эта процедура постепенно превратилась из реваскуляризации одной ПНА в многососудистое коронарное шунтирование как на работающем сердце, так и с ИК. На сегодняшний день, ранние и средние - отдаленные результаты роботизированного КШ сопоставимы с традиционной методикой проведения операций [70]. Несмотря на все преимущества, внедрение роботизированного TECAB в мировом сообществе кардиохирургов идет медленно, в основном из-за длительности и сложности обучения, длительного времени проведения самой операции, стоимости расходных материалов. С другой стороны, финансовые затраты могут быть компенсированы за счет уменьшения продолжительности пребывания пациента в стационаре и более ранней активизацией пациента чем при традиционном КШ. Немаловажным является и тщатель-

ный отбор пациентов на операцию, она чрезвычайно сложна технически, частота конверсий с переходом на стернотомию достигает 15 - 20%. Причинами конверсий чаще всего являются: технические сложности при выделении ВГА, трудности наложения анастомозов, интрамиокардиальное расположение коронарных артерий, развитие интраоперационной ишемии миокарда [71].

Роботизированная хирургия ИБС представляет собой жизнеспособную альтернативу традиционному хирургическому лечению пациентов с однососудистыми и многососудистыми поражениями артерий сердца, в особенности среди популяции пациентов с повышенным риском инфекционных осложнений. На сегодняшний день роботизированная технология продолжает развиваться, хирургические навыки в этой сфере улучшаются, ожидается, что эта технология будет иметь более широкое применение в будущем.

Гибридная реваскуляризация миокарда (ГРМ) на сегодняшний день является самым современным методом лечения ИБС с множественным поражением коронарных артерий. Суть процедуры заключается в выполнении анастомоза между ВГА и ПНА с использованием технологии MIDCAB или роботизированной TECAB и чрескожном коронарном вмешательстве на остальных пораженных артериях. Для осуществления таких операций используются специальные гибридные операционные, позволяющие выполнять обе процедуры одноэтапно. К сожалению, не каждая клиника располагает гибридными операционными, в связи с этим, длительность и этапность между обеими процедурами может варьироваться от нескольких часов до нескольких недель. Развитие гибридной хирургии тесно связано с успешным внедрением в клиническую практику стентов с лекарственным покрытием (DES). Современные DES демонстрируют проходимость в отдаленном периоде с результатом 96% - 98% [72]. Учитывая это и доказанные ранее в многочисленных исследованиях преимущества реваскуляризации ВГА - ПНА в выживаемости пациентов в отдаленном периоде, ГРМ может претендовать на самый перспективный метод лечения пациентов с многососудистым поражением, сведя к минимуму инвазивность вмешательства, риск развития осложнений в послеоперационном периоде и при этом оптимизируя отдаленные результаты. Несколько исследований уже продемонстрировали схожие результаты с точки зрения смертности, проходимости и частоты развития больших коронарных и цереброваскулярных осложнений между ГРМ и традиционными методами операции КШ как на работающем сердце, так и в условиях ИК [73, 74]. Однако, безопасность и эффективность ГРМ все еще недостаточно изучены, необходимы дальнейшие рандомизированные кли-

нические исследования, прежде чем можно будет дать более строгие рекомендации для этой методики реваскуляризации.

Операция коронарного шунтирования сердца имеет богатую историю, полную успехов и неудач среди пионеров кардиохирургии. Разработка операции прошла путь от экспериментальных стадий к открытию оптимального выбора трансплантата, основанному на данных, ориентированных на пациента, к современной эпохе, в которой метод проведения операции стал в центре внимания. Следующая эпоха коронарной хирургии должна сосредоточиться на оптимальном использовании хирургических и интервенционных достижений, обеспечивающих наименее инвазивный, но наиболее успешный результат лечения ИБС как в ближайшем, так и в отдаленном послеоперационном периоде.

### Литература / References

1. Head SJ, Kieser TM, Falk V, Huysmans HA, Kappetein AP. Coronary artery bypass grafting: part 1: the evolution over the first 50 years. *European Heart Journal*. 2013; (34):2862–2872. DOI: 10.1093/eurheartj/eh330
2. Lilienthal H. Cervical sympathectomy in angina pectoris. *The Archives of Surgery*. 1925;10(1):531-543.
3. Harken DE, Black H, Dickson JF, Wilson HE. Circulation Depicardialization: a simple, effective surgical treatment for angina pectoris. 1955; (12):955–962.
4. Meade RH. An Introduction to the History of General Surgery. 1968.
5. Beck CS. Revascularization of heart by graft of systemic artery into coronary sinus. *Journal American Medical Association*. 1948;137(5):436-442. DOI:10.1001/jama.1948.02890390014003
6. Vineberg A, Munro DD, Cohen H. Four years clinical experience with internal mammary artery implantation in the treatment of human coronary artery insufficiency including additional experimental studies. *Journal Thoracic Surgery*. 1955; (29):1-32.
7. Krabatsch T, Grauhan O, Hetzer R. Unilateral Vineberg arterial graft with a patency of 30 years. *Circulation*. 2000; (102):1724-5.
8. Katrapati P, George JC. Vineberg operation: a successful case 35 years later. *Annals Thoracic Surgery*. 2008; (86):1676-7.
9. Dallen LA, Gowdak LH, Lisboa LA. Modification of an old procedure (Vineberg) in the stem cell era: a new strategy? *Arquivos Brasileiros Cardiologia*. 2009; (93): e79-81
10. Carrel A. On the Experimental Surgery of the Thoracic Aorta and Heart. *Annals. Surgery*. 1910; 52(1): 83–95. DOI: 10.1097/00000658-191007000-00009
11. Алшибая ММ, Бокерия ЛА, Глянцев СП. История коронарного шунтирования от А. Карпеля до Р. Фавалоро. Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН. Сердечно-сосудистые заболевания. 2017; 18(S6):62. [Alshibaya MM, Bockeria LA, Glyantsev SP. History of coronary artery bypass grafting from A. Carrel to R. Favalaro. Bulletin of the NCCS Bakuleva RAMC. *Cardiovascular Diseases*. 2017; 18(6):62. (In Russian)]
12. Demikhov V. Experimental transplantation of vital organs. Authorized translation from the Russian by Basil Haigh. New York: Consultant's Bureau, 1962.
13. Murray G, Porcheron R, Hilario J. Anastomosis of systemic artery to the coronary. *Canadian Medical Association Journal*. 1954; (71):594-7.
14. Sabiston DC Jr, Fauteux JP. An experimental study of the fate of arterial implants in the left ventricular myocardium; with a comparison of similar implants in other organs. *Annals Surgery*. 1957; (145):927-38.
15. Goetz RH, Rohman M, Haller JD. Internal mammary-coronary artery anastomosis. A nonsuture method employing tantalum rings. *Journal Thoracic Cardiovascular Surgery*. 1961; (41):378-86.
16. Bailey CP, May A, Lemmon WM. Survival after coronary endarterectomy in man. *Journal American Medical Association*. 1957; (164):641-6.
17. Effler DB. Chapter 1: History. In: Green GE, Singh RN, Sosa JA. Surgical Revascularization of the Heart: The Internal Thoracic Arteries. Tokyo: Igaku-Shoin; 1991:1-17.
18. Sones FM Jr, Shirey EK, Proudfit WL, Westcott RN. Cine-coronary arteriography [abstract]. *Circulation*. 1959; (20):773-4.
19. Meyers MA. Cough, goddamn it! *The Pharos*. 2016; (79):27-30.
20. Goetz RH, Rohman M, Haller JD, Dee R, Rosenak SS. Internal mammary coronary artery anastomosis. A nonsuture method employing tantalum rings. *Journal Thoracic Cardiovascular Surgery*. 1961;(41): 378-86.
21. Sabiston DC Jr. The coronary circulation. *John Hopkins Medical Journal*. 1974; (134):314-29.
22. Garrett HE, Dennis EW, DeBaKey ME. Aortocoronary bypass with saphenous vein graft. Seven-year follow-up. *Journal of the American Medical Association*. 1973; (223):792-4.
23. Kolesov VI. Mammary artery-coronary artery anastomosis as method of treatment for angina pectoris. *Journal Thoracic Cardiovascular Surgery*. 1967; (54):535–544.
24. Pronin VI. Revascularization of the heart by the method of anastomosis of the left thoracic and coronary arteries. *Grudnaya Khirurgiya*. 1963;(5):81–88.
25. Spencer FC, Yong NK, Prachuabmoh K. Internal mammary-coronary artery anastomoses performed during cardiopulmonary bypass. *Journal Cardiovascular Surgery*. 1964; (5):292-7.



26. Sedov VM, Nemkov AS. Vasilii Ivanovich Kolesov: pioneer of coronary surgery. *European Journal Cardiothoracic Surgery*. 2014;45(2):220–224.
27. Kolesov VI. Late results of a mammary-coronary anastomosis. *Vestnik Khirurgii imeni I. I. Grekova*. 1982;(128): 49–53.
28. Favalaro RG. Saphenous vein autograft replacement of severe segmental coronary artery occlusion: operative technique. *Annals Thoracic Surgery*. 1968; (5):334–339.
29. Авалиани ВМ. Особенности аортокоронарного шунтирования у больных системным атеросклерозом. Архангельск: Северный государственный медицинский университет; 2007. 224 с. [Avaliani VM. Features of coronary artery bypass grafting in patients with systemic atherosclerosis. Arkhangelsk: Northern State Medical University; 2007. 224 p. (In Russian)]
30. Cuminetti G, Gelsomino S, Curello S, Lorusso R, Maessen JG, Hoortntje JC. Contemporary use of arterial and venous conduits in coronary artery bypass grafting: anatomical, functional and clinical aspects. *Netherlands Heart Foundation*. 2017;25(1):4–13. DOI: 10.1007/s12471-016-0919-2
31. Sabik JF, Lytle BW, Blackstone EH, Houghtaling PL, Cosgrove DM. Comparison of Saphenous Vein and Internal Thoracic Artery Graft Patency by Coronary System. *The Annals of Thoracic Surgery*. 2005;79(2):544–551.
32. Fitzgibbon GM, Kafka HP, Leach AJ, Keon WJ, Hooper GD, Burton JR. Coronary bypass graft fate and patient outcome: angiographic follow-up of 5065 grafts related to survival and reoperation in 1388 patients during 25 years. *Journal of American College Cardiology*. 1996;(28):616–626.
33. Souza DS, Johansson B, Bojö L, Karlsson R, Geijer H, Filbey D, Bodin L, Arbeus M, Dashwood MR. Harvesting the saphenous vein with surrounding tissue for CABG provides long-term graft patency comparable to the left internal thoracic artery: results of a randomized longitudinal trial. *Journal Thoracic Cardiovascular Surgery*. 2006;(132):373–378.
34. Taggart DP, Ben Gal Y, Lees B, Patel N, Webb C, Rehman SM, Desouza A, Yadav R, De Robertis F, Dalby M, Banning A, Channon KM, Di Mario C, Orion E. A randomized trial of external stenting for saphenous vein grafts in coronary artery bypass grafting. *Annals Thoracic Surgery*. 2015; (99):2039–2045. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2015.01.060
35. Meirson T, Orion E, Di Mario C, Webb C, Patel N, Channon KM, Ben Gal Y, Taggart DP. Flow patterns in externally stented saphenous vein grafts and development of intimal hyperplasia. *Journal Thoracic Cardiovascular Surgery*. 2015; (150):871–878. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2015.04.061
36. Molina JE, Carr M, Yarnoz MD. Coronary bypass with Gore-Tex graft. *Journal Thoracic Cardiovascular Surgery*. 1978;(75):769–771.
37. Manapat AE, McCarthy PM, Lytle BW, Taylor PC, Loop FD, Stewart RW, Rosenkranz ER, Sapp SK, Miller D, Cosgrove DM. Gastroepiploic and inferior epigastric arteries for coronary artery bypass. Early results and evolving applications. *Circulation*. 1994;(90): II144–II147.
38. Puig LB, Ciongolli W, Cividanes GV, Dontos A, Kopel L, Bittencourt D, Assis RV, Jatene AD. Inferior epigastric artery as a free graft for myocardial revascularization. *Journal Thoracic Cardiovascular Surgery*. 1990;(99):251–255.
39. Izzat MB, West RR, Bryan AJ, Angelini GD. Coronary artery bypass surgery: current practice in the United Kingdom. *British Heart Journal*. 1994; (71):382–385.
40. Carpentier A, Guermonprez JL, Deloche A, Frechette C, DuBost C. The aorta-to-coronary radial artery bypass graft. A technique avoiding pathological changes in grafts. *Annals Thoracic Surgery*. 1973; (16):111–21.
41. Acar C, Jebara VA, Portoghese M. Revival of the radial artery for coronary artery bypass grafting. *Annals Thoracic Surgery*. 1992; (54):652–9.
42. Calafiore A. Coronary revascularization with the radial artery: new interest for an old conduit. *Journal Cardiac Surgery*. 1995;(10):140–146.
43. Brodman RF. Routine use of unilateral and bilateral radial arteries for coronary artery bypass graft surgery. *Journal American College of Cardiology*. 1996;(28):959–963.
44. Ruengsakulrach P, Sinclair R, Komeda M, Raman J, Gordon I, Buxton B. Comparative histopathology of radial artery versus internal thoracic artery and risk factors for development of intimal hyperplasia and atherosclerosis. *Circulation*. 1999;100 (19): II139–44.
45. Tatoulis J, Buxton BF, Fuller JA. The right internal thoracic artery: the forgotten conduit—5,766 patients and 991 angiograms. *Annals Thoracic Surgery*. 2011; (92):9–15.
46. Floyd D, Loop MD, Bruce W, Lytle MD, Delos M, Cosgrove MD, Robert W, Stewart MD, Marlene Goormastic, MPH, George W, Williams PhD, Leonard AR, Golding MD, Carl C, Gill MD, Paul C, Taylor MD, William C, Sheldon MD, William L, Proudfit MD. Influence of the internal-mammaryartery graft on 10-year survival and other cardiac events. *New England Journal Medical*. 1986; (314):1–6.
47. Lytle BW, Blackstone EH, Loop FD, Houghtaling PL, Arnold JH, Akhrass R, McCarthy PM, Cosgrove DM. Two internal thoracic artery grafts are better than one. *Journal Thoracic Cardiovascular Surgery*. 1999; (117):855–872.
48. Pettinari M, Sergeant P, Meuris B. Bilateral internal thoracic artery grafting increases long-term survival in elderly patients. *European Journal Cardiothoracic Surgery*. 2015;47(4):703–709.
49. Taggart DP, Altman DG, Gray AM, Lees B, Nurgara F, Yu LM, Campbell H, Flather M. Behalf of the ART Investigators. Randomized trial to compare bilateral vs.

single internal mammary coronary artery bypass grafting: 1-year results of the Arterial Revascularisation Trial (ART). *European Heart Journal*. 2010; (31): 20: 2470-2481.

50. Benedetto U, Altman DG, Gerry S, Gray A, Lees B, Pawlaczyk R, Flather M, Taggart DP; Arterial Revascularization Trial Investigators. Pedicled and skeletonized single and bilateral internal thoracic artery grafts and the incidence of sternal wound complications: Insights from the Arterial Revascularization Trial. *Journal Thoracic Cardiovascular Surgery*. 2016; (152):270-276.

51. Hayward PA, Gordon IR, Hare DL, Matalanis G, Horrigan ML, Rosalion A, Buxton BF. Comparable patencies of the radial artery and right internal thoracic artery or saphenous vein beyond 5 years: Results from the Radial Artery Patency and Clinical Outcomes trial. *Journal Thoracic Cardiovascular Surgery*. 2010;(139): 60-5.

52. Gaudino M, Crea F, Cammertoni F, Massetti M. The Radial Artery: A Forgotten Conduit. *Annals Thoracic Surgery*. 2015;(99):1479-1485.

53. Hu X, Zhao Q. Systematic comparison of the effectiveness of radial artery and saphenous vein or right internal thoracic artery coronary bypass grafts in non-left anterior descending coronary arteries. *The Journal of Zhejiang University Science B: Biomedicine and Biotechnology*. 2011;(12):273-279.

54. Collins P, Webb CM, Chong CF, Moat NE. Radial Artery Versus Saphenous Vein Patency (RSVP) Trial Investigators. Radial artery versus saphenous vein patency randomized trial: five-year angiographic follow-up. *Circulation*. 2008;(117):2859-2864.

55. Aldea GS, Bakaeen FG, Pal J, Fremes S, Head SJ, Sabik J, Rosengart T, Kappetein AP, Thourani VH, Firestone S, Mitchell JD. The Society of Thoracic Surgeons Clinical Practice Guidelines on Arterial Conduits for Coronary Artery Bypass Grafting. *Annals Thoracic Surgery*. 2016;(101): 801-9.

56. Gaudino M, Benedetto U, Fremes S, Biondi-Zoccai G, Sedrakyan A, Puskas JD, Angelini GD, Buxton B, Frati G, Hare DL, Hayward P, Nasso G, Moat N, Peric M, Yoo KJ, Speziale G, Girardi LN, Taggart DP; RADIAL Investigators. Radialartery or saphenous-vein grafts in coronary-artery bypass surgery. *New England Journal of Medicine*. 2018; (378):2069-2077.

57. Puskas JD, Yanagawa B, Taggart DP. Advancing the State of the Art in Surgical Coronary Revascularization. *Annals Thoracic Surgery*. 2016; (101):419-21.

58. Yanagawa B, Verma S, Mazine A, Tam DY, Jüni P, Puskas JD, Murugavel S, Friedrich JO. Impact of total arterial revascularization on long term survival: A systematic review and meta-analysis of 130,305 patients. *International Journal of Cardiology*. 2017; (233):29-36.

59. Brian F Buxton, William Y. Shi, James Tatoulis, John A. Fuller, Alexander Rosalion, Philip A. Hayward. Total arterial revascularization with internal thoracic and

radial artery grafts in triple-vessel coronary artery disease is associated with improved survival. *Journal Thoracic Cardiovascular Surgery*. 2014; (148):1238-43.

60. Sune Damgaard, Jørn Wetterslev, Jens T. Lund, Nikolaj B. Lilleør, Mario J. Perko, Henning Kelbæk, Jan K. Madsen, Daniel A. Steinbrüchel. One-year results of total arterial revascularization vs. conventional coronary surgery: CARRPO trial. *European Heart Journal*. 2009;(30):1005-11.

61. Puskas JD, Yanagawa B, Taggart DP. Advancing the State of the Art in Surgical Coronary Revascularization. *Annals Thoracic Surgery*. 2016;(101):419-421.

62. Calafiore AM, Giammarco GD, Teodori G, Bosco G, D'Annunzio E, Barsotti A, Maddestra N, Paloscia L, Vitolla G, Sciarra A, Fino C, Contini M. Left anterior descending coronary artery grafting via left anterior small thoracotomy without cardiopulmonary bypass. *Annals Thoracic Surgery*. 1996; (61):1658-63.

63. Subramanian VA, Patel NU. Current status of MIDCAB procedure. *Current Opinion in Cardiology*. 2001; (16):268-70.

64. Holzhey DM, Cornely JP, Rastan AJ, Davierwala P, Mohr FW. Review of a 13-year single-center experience with minimally invasive direct coronary artery bypass as the primary surgical treatment of coronary artery disease. *Heart Surgery Forum*. 2012;(15): E61-E68. DOI: 10.1532/HSE98.20111141

65. McGinn JT Jr, Usman S, Lapierre H, Pothula VR, Mesana TG, Ruel M. Minimally invasive coronary artery bypass grafting: dualcenter experience in 450 consecutive patients. *Circulation*. 2009;15;20(11): 78-84.

66. Soylu E, Harling L, Ashrafian H, Attaran S, Athanasiou C, Punjabi PP, Casula R, Athanasiou T. A systematic review of the safety and efficacy of distal coronary artery anastomotic devices in MIDCAB and TECAB surgery. *Perfusion*. 2016. 31(7):537-43.

67. Ruel M, Une D, Bonatti J, McGinn JT. Minimally invasive coronary artery bypass grafting: is it time for the robot? *Current Opinion in Cardiology*. 2013. 28(6):639-45.

68. Watanabe G, Takahashi M, Misaki T, Kotoh K, Doi Y, Beating-heart endoscopic coronary artery surgery. *Lancet*. 1999: 2131-2132.

69. Loulmet D, Carpentier A, d'Attellis N, Berrebi A, Cardon C, Ponzio O, Aupècle B, Relland JY. Endoscopic coronary artery bypass grafting with the aid of robotic assisted instruments. *Journal Thoracic Cardiovascular Surgery*. 1999; (118):4-10.

70. Gao C, Yang M, Wu Y, Wang G, Xiao C, Zhao Y, Wang J. Early and midterm results of totally endoscopic coronary artery bypass grafting on the beating heart. *Journal Thoracic Cardiovascular Surgery*. 2011; (142):843-849.

71. Bonatti J, Schachner T, Bonaros N, Lehr EJ, Zimrin D, Griffith B. Robotically assisted totally endoscopic

coronary bypass surgery. *Circulation*. 2011; (124):236–244. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.110.985267

72. Bangalore S, Toklu B, Patel N, Feit F, Stone GW. Newer-generation ultrathin strut drug-eluting stents versus older second-generation thicker strut drug-eluting stents for coronary artery disease. *Circulation*. 2018; (138):2216–26.

73. Zhu P, Zhou P, Sun Y, Guo Y, Mai M, Zheng S. Hybrid coronary revascularization versus coronary artery bypass grafting for multivessel coronary artery disease: systematic review and meta-analysis. *Journal Cardiothoracic Surgery*. 2015; (10): 63.

74. Harskamp RE, Vassiliades TA, Mehta RH, de Winter RJ, Lopes RD, Xian Y, Peterson ED, Puskas JD, Halkos ME. Comparative effectiveness of hybrid coronary revascularization vs coronary artery bypass grafting. *Journal of the American College Surgeons*. 2015; (221): 326–334.

### Сведения об авторах

Мурадов Асим Гасанович, врач сердечно-сосудистый хирург кардиохирургического отделения №1, Федеральный центр сердечно - сосудистой хирургии, адрес: Российская Федерация, 660020, г. Красноярск, ул. Караульная 45; тел.: +79130488648; e-mail: ranjer1986@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4096-0375>

Эфендиев Видиади Умудович, к.м.н., врач сердечно-сосудистый хирург кардиохирургического отделения №1, Федеральный центр сердечно - сосудистой хирургии, адрес: Российская Федерация, 660020, г. Красноярск, ул. Караульная 45; тел.: +79134624977; e-mail: vidadiue@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-5170-4977>

Андин Алексей Валентинович, к.м.н., врач сердечно-сосудистый хирург, заведующий кардиохирургическим отделением №1, Федеральный центр сердечно - сосудистой хирургии, адрес: Российская Федерация, 660020, г. Красноярск, ул. Караульная 45; тел.: +79620812045, e-mail: Andin.AV@krascor.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4184-742X>

Дробот Дмитрий Борисович, д.м.н., начальник научно-методического отдела, Федеральный центр сердечно - сосудистой хирургии, адрес: Российская Федерация, 660020, г. Красноярск, ул. Караульная 45; профессор кафедры и клиники сердечно-сосудистой хирургии ИПО Красноярский государственный медицинский университет им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого, адрес: Российская Федерация, 660022, г. Красноярск, ул. Партизана Железняка 1; тел.: +79029276342; e-mail: DrobotDB@krascor.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9003-4818>

Демидов Денис Петрович, к.м.н., врач сердечно-сосудистый хирург кардиохирургического отделения №1, Федеральный центр сердечно - сосудистой хирургии, адрес: Российская Федерация, 660020, г. Красноярск, улица Караульная 45; тел.: +79231935938; e-mail: demidoff85@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4020-8044>

Сакович Валерий Анатольевич, д.м.н., профессор, главный врач, Федеральный центр сердечно - сосудистой хирургии, адрес: Российская Федерация, 660020, г. Красноярск, улица Караульная 45; заведующий кафедрой и клиникой сердечно-сосудистой хирургии ИПО Красноярский государственный медицинский университет им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого, адрес: Российская Федерация, 660022, г. Красноярск, ул. Партизана Железняка, 1; тел.: +793912546381; e-mail: SakovichVA@krascor.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7743-8770>

### Author information

Asim G. Muradov, physician cardio-vascular surgeon department № 1 Federal Center for Cardiovascular Surgery; Address: 45, Karaulnaya street, Krasnoyarsk, 660020, Russian Federation; e-mail: ranjer1986@mail.ru; Phone: +79130488648, <https://orcid.org/0000-0003-4096-0375>

Vidadi U. Efendiev, Cand.Med.Sci., physician cardio-vascular surgeon department № 1 Federal Center for Cardiovascular Surgery; Address: 45, Karaulnaya street, Krasnoyarsk, 660020, Russian Federation; e-mail: vidadiue@gmail.com; Phone: +79134624977; <https://orcid.org/0000-0002-5170-4977>

Aleksey V. Andin, Cand.Med.Sci., physician cardiovascular surgeon, chief of cardiac surgery department №1 Federal Center for Cardiovascular Surgery; Address: 45, Karaulnaya street, Krasnoyarsk, 660020, Russian Federation; e-mail: Andin.AV@krascor.ru; Phone: +79620812045, <https://orcid.org/0000-0003-4184-742X>

Dmitry B. Drobot, Dr.Med.Sci., professor of the Department and clinic of Cardiovascular Surgery Krasnoyarsk State Medical University, Address: 1, Partizana Zheleznyaka street, Krasnoyarsk, 660022, Russian Federation; head of the scientific and methodological department, doctor-methodologist Federal Center for Cardiovascular Surgery; Address: 45, Karaulnaya street, Krasnoyarsk, 660020, Russian Federation; e-mail: DrobotDB@krascor.ru, Phone: +79029276342, <https://orcid.org/0000-0001-9003-4818>

Denis P. Demidov, Cand.Med.Sci., physician cardio-vascular surgeon department № 1 Federal Center for Cardiovascular Surgery; Address: 45, Karaulnaya street, Krasnoyarsk, 660020, Russian Federation; e-mail: demidoff85@mail.ru; Phone: +79231935938, <https://orcid.org/0000-0003-4020-8044>

Valery A. Sakovich, Dr.Med.Sci., professor, chief physician of the Federal Center for Cardiovascular Surgery; Address: 45, Karaulnaya street, Krasnoyarsk, 660020, Russian Federation; head of the Department and clinic of Cardiovascular Surgery Krasnoyarsk State Medical University; Address: 1, Partizana Zheleznyaka street, Krasnoyarsk, 660022, Russian Federation; e-mail: SakovichVA@krascor.ru, Phone: +793912546381, <https://orcid.org/0000-0001-7743-8770>

Дата поступления: 10.02.2021

Дата рецензирования: 13.05.2021

Принята к печати: 31.05.2021

Received 10 February 2021

Revision Received 13 May 2021

Accepted 31 May 2021