



УДК 616.1

DOI 10.17802/2306-1278-2025-14-1-76-90

БИМАММАРНОЕ КОРОНАРНОЕ ШУНТИРОВАНИЕ У КОМОРБИДНЫХ ПАЦИЕНТОВ

А.Г. Мурадов¹, Ю.И. Гринштейн², И.Т. Алишанов², А.С. Петров², Д.Б. Дробот^{1,2}, В.А. Сакович^{1,2}

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии» Министерства здравоохранения Российской Федерации (г. Красноярск), ул. Караульная, 45, Красноярск, Российская Федерация, 660020; ² Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого» Министерства здравоохранения Российской Федерации, ул. Партизана Железняка, 1, Красноярск, Российская Федерация, 660022

Основные положения

• Учитывая современную тенденцию увеличения количества операций бимаммарного коронарного шунтирования, при этом противоречивые результаты исследований в отношении госпитальных и отдаленных исходов, выбор оптимального метода реваскуляризации у пациентов с высоким периоперационным риском и коморбидным состоянием остается актуальным. В ряде работ продемонстрировано преимущество методики коронарного шунтирования с использованием двух внутренних грудных артерий, но единственное рандомизированное многоцентровое проспективное исследование не показало преимуществ данного подхода в сравнении с традиционным у пациентов с ишемической болезнью сердца и многососудистым поражением коронарных артерий. Все это диктует необходимость проведения дальнейших исследований с целью определения наиболее эффективного и безопасного метода хирургической реваскуляризации миокарда, в том числе у коморбидных лиц.

Резюме

В статье представлен обзор литературы, посвященный использованию методики бимаммарного коронарного шунтирования у коморбидных пациентов – с сахарным диабетом, ожирением, хронической болезнью почек и хронической сердечной недостаточностью с низкой фракцией выброса левого желудочка, а также у лиц женского пола, пожилого и старческого возраста. Проанализированы релевантные публикации, представленные в базах данных научной литературы PubMed и поисковой системе Google Scholar с 2017 по 2024 г. Описаны техники выполнения коронарного шунтирования с использованием двух внутренних грудных артерий, преимущества и недостатки применения бимаммарной реваскуляризации сердца у коморбидных пациентов. На сегодняшний день не представляется возможным однозначно определить оптимальную методику хирургической реваскуляризации миокарда, в связи с чем вопрос об использовании бимаммарной реваскуляризации миокарда у пациентов с высоким риском осложнений остается открытым.

Ключевые слова

Ишемическая болезнь сердца • Коронарное шунтирование • Бимаммарное шунтирование • Традиционное коронарное шунтирование • Коморбидность

Поступила в редакцию: 13.09.2024; поступила после доработки: 19.10.2024; принята к печати: 05.11.2024

BIMAMMARY CORONARY BYPASS SURGERY IN COMORBID PATIENTS

A.G. Muradov¹, Yu.I. Grinshtein², I.T. Alishanov², A.S. Petrov², D.B. Drobot^{1,2}, V.A. Sakovich^{1,2}

¹ Federal State Budgetary Institution "Federal Center for Cardiovascular Surgery" of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, 45, Karaulnaya St., Krasnoyarsk, Russian Federation, 660020; ² Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Prof. V.F. Voino-Yasenetsky Krasnoyarsk State Medical University" of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, 1, Partizan Zheleznyak St., Krasnoyarsk, Russian Federation, 660022

Highlights

• Given the current trend in coronary surgery towards an increase in the number of bimammary coronary bypass surgeries and conflicting research findings on in-hospital and long-term outcomes,

Для корреспонденции: Илкин Тельман оглы Алишанов, alishanov007@mail.ru; адрес: ул. Караульная, 45, Красноярск, Российская Федерация, 660020

Corresponding author: Ilkin T. Alishanov, alishanov007@mail.ru; address: 45, Karaulnaya St., Krasnoyarsk, Russian Federation, 660020

the choice of the optimal method of revascularization in patients with high perioperative risk and comorbid condition remains relevant. A number of studies have demonstrated the advantage of coronary artery bypass grafting using two internal thoracic arteries, but the only randomized multicenter prospective study did not reveal the advantages of this technique compared to the traditional one in patients with coronary artery disease and multivessel coronary artery disease, which necessitates further research to determine the most effective and safe method of surgical myocardial revascularization, including in comorbid patients.

Abstract

This article presents a literature review on the use of bimammary coronary bypass surgery in comorbid patients with diabetes mellitus, obesity, chronic kidney disease and chronic heart failure with a low left ventricular ejection fraction, as well as in patients with certain demographic characteristics: female, elderly and senile age; including an analysis of current data in databases “PubMed” and “Google Scholar” published in 2017–2024. Various techniques for performing coronary bypass surgery using two internal thoracic arteries are presented, the advantages and disadvantages of using bimammary revascularization in comorbid patients are described. Currently, it is not possible to determine the optimal technique for surgical myocardial revascularization, and therefore the issue of bimammary myocardial revascularization in patients with high risk of complications, taking into account all the advantages and disadvantages of this technique, remains unresolved.

Keywords

Coronary artery disease • Coronary artery bypass grafting • Bimammary bypass grafting • Traditional coronary artery bypass grafting • Comorbidity

Received: 13.09.2024; received in revised form: 19.10.2024; accepted: 05.11.2024

Список сокращений

БПВ – большая подкожная вена	ЛЖ – левый желудочек
ВГА – внутренняя грудная артерия	ОНМК – острое нарушение мозгового кровообращения
ДИ – доверительный интервал	ОШ – отношение шансов
ИБС – ишемическая болезнь сердца	ПВГА – правая внутренняя грудная артерия
ИМ – инфаркт миокарда	ПНА – передняя нисходящая артерия
КА – коронарные артерии	СД – сахарный диабет
КШ – коронарное шунтирование	ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка
ЛА – лучевая артерия	ХБП – хроническая болезнь почек
ЛВГА – левая внутренняя грудная артерия	ХСН – хроническая сердечная недостаточность

Введение

Коронарное шунтирование (КШ) показывает высокую эффективность в хирургическом лечении пациентов с ишемической болезнью сердца (ИБС) и тяжелым многососудистым поражением коронарных артерий (КА) [1]. Еще в середине 80-х гг. прошлого столетия была доказана высокая эффективность и безопасность хирургической реваскуляризации миокарда с применением левой внутренней грудной артерии (ЛВГА) для шунтирования передней нисходящей артерии (ПНА) [2], что было в дальнейшем подтверждено в многочисленных наблюдательных исследованиях [3, 4]. Хорошие результаты, полученные с применением ЛВГА, подтолкнули исследователей к изучению эффективности применения и правой ВГА (ПВГА) в качестве кондукта для реваскуляризации КА. Использование методики бимаммарного КШ было широко представлено в наблюдательных ретроспективных

и проспективных исследованиях, авторы большинства этих работ показали, что использование двух ВГА ассоциируется с лучшей отдаленной выживаемостью пациентов в сравнении с традиционной методикой КШ – применением ЛВГА для реваскуляризации ПНА и реверсированной большой подкожной вены (БПВ) – других целевых КА [5, 6]. На сегодняшний день в единственном опубликованном многоцентровом рандомизированном исследовании Arterial Revascularization Trial (ART) не показано преимуществ в госпитальном и отдаленном, через 5 и 10 лет, периодах какой-либо из методик [7–9]. Несмотря на весьма оптимистичные результаты, на регулярной основе методика КШ с использованием двух ВГА выполняется в России только в 11% случаев, в Европе – в 10%, еще меньшее количество в США – 5% [10]. Среди лимитирующих факторов рутинного применения бимаммарной реваскуляризации миокарда выде-

ляются повышенный риск развития тяжелых инфекционных осложнений области хирургического вмешательства, а также технические особенности выполнения самой операции, требующие высокой прецизионности от оперирующего хирурга и длительного периода обучения данной методике. Особый интерес в отношении выбора метода хирургической реваскуляризации представляют коморбидные пациенты (с ожирением, сахарным диабетом (СД), хронической болезнью почек (ХБП), хронической сердечной недостаточностью (ХСН) с низкой сократительной способностью левого желудочка), лица пожилого и старческого возраста, а также больные женского пола [11]. На сегодняшний день остается дискуссионным вопрос о том, является ли бимаммарная реваскуляризация миокарда более эффективным и безопасным методом хирургического лечения ИБС у данных групп пациентов, чем традиционная методика КШ.

Современный взгляд на бимаммарное коронарное шунтирование

Сердечно-сосудистые заболевания занимают лидирующие позиции в структуре заболеваемости и смертности во всем мире. ИБС составляет до 45–50% всех нозологий данной группы заболеваний. КШ является наиболее часто выполняемой кардиохирургической операцией и остается «золотым стандартом» лечения для большинства пациентов с многососудистым поражением КА, которым показана реваскуляризация миокарда [12].

В настоящее время, по разным данным, частота госпитальной летальности после операции КШ не превышает 2–3%, что свидетельствует о высокой безопасности и эффективности хирургического метода реваскуляризации миокарда [13]. Традиционно для КШ используются ЛВГА для шунтирования ПНА и конduit из реверсированной БПВ для других целевых КА. Использование ЛВГА для шунтирования ПНА стало «золотым стандартом» выполнения КШ после того, как группа авторов из Кливленда (США) опубликовали результаты исследования, в котором были продемонстрированы значительные преимущества КШ с использованием ЛВГА для реваскуляризации ПНА в сравнении с аутовенозными кондуитами: 10-летняя выживаемость у пациентов, которым для реваскуляризации использовалась ЛВГА, составила 82,6%, в группе с использованием аутовены – 71% ($p < 0,0001$) [2]. Кроме того, КШ с ЛВГА ассоциировано с отсутствием рецидивов стенокардии и повторных инфарктов миокарда (ИМ) в отдаленном периоде.

Идея применения бимаммарного КШ возникла более 40 лет назад, однако и сейчас потенциальные клинические преимущества этой методики представляют собой огромный интерес с точки зрения возможного использования на регулярной основе

[14]. Учитывая преимущества применения ЛВГА, ряд исследователей предположили возможность экстраполировать данные преимущества на ПВГА и использовать методику бимаммарного КШ с целью улучшения результатов операции КШ. Одно из первых исследований, подтвердивших данное предположение, выполнено В. Lytle и коллегами [5]. Авторы ретроспективно сравнили бимаммарное и традиционное КШ: через 5 лет после хирургической реваскуляризации миокарда выживаемость в группе с использованием двух ВГА составила 94%, в группе с одной ВГА – 92% ($p < 0,001$). В более отдаленные сроки – через 10, 15 и 20 лет – выживаемость пациентов, которым было выполнено бимаммарное КШ, составила 84, 67 и 50%, при традиционном КШ – 79, 64% и 37% соответственно ($p < 0,0001$). По результатам исследования авторами сделан вывод о том, что бимаммарное КШ ассоциируется с более высокой отдаленной выживаемостью больных.

Сравнительные характеристики использования ПВГА и БПВ в качестве шунтов для хирургической реваскуляризации миокарда неоднократно изучены: так, показано, что артериальный конduit обладает более высокой устойчивостью к прогрессированию атеросклероза в сравнении с аутовеной. Данные преимущества артериального кондута обусловлены такими факторами, как меньшая межклеточная проницаемость сосудистой стенки, большой антитромботический потенциал за счет продуцируемого клетками эндотелия тканевого активатора плазминогена, оксида азота, простаглицлина и других факторов, которые препятствует миграции липопротеидов низкой и очень низкой плотности в интиму сосудов, что приводит к замедлению прогрессирования атеросклероза, а также большей склонности аутовенозных кондуитов к гиперплазии интимы [15, 16].

В настоящее время по результатам ряда обсервационных работ представлена противоречивая оценка эффективности применения методики бимаммарного КШ. Регулярное использование данного метода ограничено факторами, к которым относятся техническая сложность операции, увеличение продолжительности хирургического вмешательства, особенности формирования анастомозов с артериальными кондуитами, и, что наиболее важно, риском развития тяжелых стернальных осложнений, в особенности у пациентов высокого хирургического риска (с ожирением, СД, ХБП, ХСН со сниженной контрактильной функцией ЛЖ, лица женского пола, а также пожилого и старческого возраста) [13].

В публикации U. Benedetto и соавт. [17], продемонстрированы результаты использования ПВГА и БПВ для реваскуляризации целевой правой КА. В госпитальном периоде не выявлено значимой

разницы в основных показателях госпитальных осложнений ($p > 0,05$). Через 5 лет выживаемость в группе ПВГА составила 95,9% [95% доверительный интервал (ДИ) от 93,4 до 98,4], в группе с применением аутовены – 96% [95% ДИ от 94,3 до 97,8], через 10 лет – 89,8% [95% ДИ от 85,9 до 93,7] и 88% [95% ДИ от 85,0 до 91,0], через 15 лет 82,8% [95% ДИ от 77,6 до 88,2] и 76,3% [95% ДИ от 72,0 до 80,5] соответственно. Применение модели пропорциональных рисков Кокса показало, что в течение первых 9 лет обе сравниваемые группы были сопоставимы в отношении выживаемости (ОШ 1,13 с [95% ДИ от 0,67 до 1,90], $p = 0,65$), но в более отдаленные сроки в группе с применением ПВГА выживаемость была значительно выше и ассоциировалась с низким риском развития летальных осложнений (отношение шансов (ОШ) 0,43 с [95% ДИ от 0,22 до 0,84], $p = 0,01$). Авторы заключили, что применение ПВГА связано с более высокой, в сравнении с БПВ, отдаленной выживаемостью.

В другом ретроспективном исследовании показаны лучшие, в сравнении с группой традиционного КШ, результаты госпитальной летальности (1,71 против 2,41% (ОШ 0,95 с [95% ДИ от 0,74 до 1,22], $p = 0,95$)), рестернотомий по поводу продолжающегося кровотечения (2,91 против 3,75% (ОШ 1,49 [95% ДИ от 1,15 до 1,93], $p = 0,81$)), развития периоперационного ИМ (0,83 и 0,87% (ОШ 0,73 [95% ДИ от 0,37 до 1,44], $p = 0,5$)) [18]. Частота развития стернальных осложнений в группе традиционного КШ была значительно ниже, составив 1,95%, а в группе бимаммарного КШ – 3,02% (ОШ 1,57 [95% ДИ от 1,26 до 1,95], $p = 0,75$). Однако в отдаленном периоде в группе бимаммарного КШ получены лучшие результаты: 5-летняя выживаемость составила 85,15%, в группе традиционного – 80,77% (ОШ 1,79 [95% ДИ от 1,60 до 2,01], $p = 0,003$), 10-летняя выживаемость – 74,04 и 61,57% (ОШ 1,79 [95% ДИ от 1,61 до 1,98], $p < 0,0001$) соответственно, 15-летняя выживаемость – 47,08% после КШ с использованием двух ВГА и 37,06% при традиционном КШ (ОШ 1,69 [95% ДИ от 1,52 до 1,88], $p < 0,0001$). Авторы исследования предположили, что с учетом преимуществ бимаммарной реваскуляризации миокарда в отдаленном периоде использование данной стратегии может быть эффективно у пациентов с многососудистым поражением КА, а высокий риск развития тяжелых стернальных осложнений можно нивелировать с помощью применения метода скелетизации при заборе ВГА.

В работе А.В. Фролова и соавт. [19] были оценены результаты бимаммарного и традиционного КШ в ближайшем и отдаленном периодах. Оценка ближайших результатов не подтвердила статистически значимой разницы между двумя методиками: группы были сопоставимы по частоте развития ИМ (2,58 и 2,58%, $p = 1,00$), острых нарушений мозго-

вого кровообращения (ОНМК) (1,72 в группе бимаммарного КШ и 0,86 в группе традиционного, $p = 0,999$), инфекционных осложнений грудины (бимаммарная реваскуляризация – 11,2%, традиционное – 6,89, $p = 0,36$), госпитальной летальности (3,44% в обеих группах, $p = 1,00$). В отдаленном периоде, через 15 лет, определено значимое преимущество бимаммарного КШ в частоте развития ИМ (8,97 против 25,67%, $p = 0,009$), повторной реваскуляризации (30,76 против 37,83%, $p = 0,455$), отдаленной выживаемости (82,06 против 65,34%, $p = 0,011$). По результатам исследования сделан вывод, согласно которому применение методики бимаммарного КШ сопоставимо с традиционной методикой КШ по частоте развития МАССЕ (major adverse cardiac and cerebrovascular events – большие нежелательные сердечно-сосудистые события), к которым относятся ИМ, ОНМК и повторная реваскуляризация миокарда. В то же время методика бимаммарной реваскуляризации ассоциировалась с более высокой продолжительностью жизни ($p = 0,011$), улучшала фракцию выброса левого желудочка (ФВ ЛЖ) и снижала функциональный класс стенокардии напряжения в отдаленном периоде.

В свою очередь в работе М. Fomenko и соавт. [20] не было выявлено значимой разницы в выживаемости в госпитальном периоде между двумя методиками (1,8% в группе бимаммарного КШ и 1,2% в группе традиционного; $p = 0,55$). Исследователи не определили значимой разницы в общей выживаемости и через 5 лет: 94,8% в группе бимаммарной реваскуляризации сердца против 90,9% в группе традиционного КШ ($p = 0,63$).

Схожие результаты представлены в публикации А. Мартиросяна и соавт. [21], по данным которых через 12 лет также не установлено разницы в выживаемости пациентов ($p > 0,05$): в группе бимаммарной реваскуляризации миокарда выживаемость составила 95,1%, в группе традиционного КШ – 91,2%. Однако методика бимаммарного КШ ассоциирована с более высокой степенью свободы от развития МАССЕ – 95 против 81% ($p < 0,019$). Авторы заключили, что методика бимаммарной реваскуляризации миокарда может быть операцией выбора у большинства больных ИБС с многососудистым поражением.

На сегодняшний день ART – единственное рандомизированное многоцентровое проспективное исследование, в котором проводилось сравнение обеих методик хирургической реваскуляризации сердца. В данной работе принимали участие 3 102 пациента из 28 научно-исследовательских центров и клиник из 7 крупных стран, все пациенты были разделены на две группы: традиционного и бимаммарного КШ. Результаты, опубликованные через год после операции, не показали значимой разницы между методиками в частоте развития перио-

перационного ИМ (ОШ 0,96 [95% ДИ от 0,59 до 1,6], $p > 0,05$), ОНМК (ОШ 0,83 [95% ДИ от 0,48 до 1,43], $p > 0,05$), повторных вмешательств на КА (ОШ 1,36 [95% ДИ от 0,77 до 2,41], $p > 0,05$), летальности (ОШ 1,06 [95% ДИ от 0,68 до 1,67], $p > 0,05$). Однако в группе бимаммарного КШ частота развития стернальных осложнений была значимо выше, составив 1,9%, а в группе традиционного КШ – 0,6% (ОШ 3,24 [95% ДИ от 1,54 до 6,83], $p = 0,002$). Субанализ исследования продемонстрировал, что при бимаммарном КШ инфекционные осложнения чаще развивались у пациентов с инсулинзависимым СД. По мнению авторов, в группу высокого риска помимо данных больных относятся пациенты с ожирением, хронической обструктивной болезнью легких, лица женского пола, а также пожилого и старческого возраста [7]. У данных когорт пациентов решение об использовании методики бимаммарного КШ следует принимать в индивидуальном порядке.

В 2016 г. опубликованы 5-летние результаты исследования ART: за данный период наблюдения не выявлено различий в частоте летальных исходов от любых причин (в том числе ИМ, ОНМК) – 12,2 и 12,7% (ОШ 0,96 [95% ДИ от 0,79 до 1,17], $p = 0,69$). Группы были сопоставимы по частоте развития ИМ: 3,4% в группе, где использовались две ВГА, и 3,5% в группе традиционного КШ (ОШ 0,97 [95% ДИ от 0,66 до 1,41], $p = 0,86$). Также группы были сопоставимы по частоте повторных вмешательств на КА – 6,6 против 6,5% (ОШ 0,98 [95% ДИ от 0,76 до 1,28], $p = 0,91$). Однако в сравнении с результатами, представленными через год, сохранялась тенденция к увеличению частоты развития стернальных осложнений: 3,5% в группе бимаммарного КШ и 1,9% в группе традиционной методики реваскуляризации (ОШ 1,87 [95% ДИ от 1,20 до 2,92], $p = 0,005$) [8].

В 2019 г. опубликованы 10-летние результаты данного исследования: не выявлено разницы в общей выживаемости (78,8 и 79,7% (ОШ 0,96 [95% ДИ от 0,82 до 1,12], $p = 0,62$), частоте развития ИМ (ОШ 0,92 [95% ДИ от 0,66 до 1,26], $p > 0,05$), повторных вмешательств на КА (ОШ 1,02 [95% ДИ от 0,83 до 1,26], $p > 0,05$) [9].

Полученные результаты исследования ART на разных периодах наблюдения не продемонстрировали существенных различий, связанных с выживаемостью пациентов в обеих группах, но проведенный апостериорный анализ позволил установить ряд факторов, которые могли способствовать искажению результатов в данной работе. Во-первых, в группе пациентов, которым выполнялось традиционное КШ, в 19% случаев в качестве второго кондуита для реваскуляризации миокарда использовалась лучевая артерия (ЛА), а не БПВ. Авторы ряда исследований показали, что

ЛА обладает более высокой в сравнении с БПВ проходимостью в отдаленном периоде и схожей проходимостью с ВГА [6, 22]. На тот момент, когда началось исследование ART, не было представлено работ, в которых были выявлены клинические преимущества использования ЛА над БПВ, что могло повлиять на результаты данного исследования в отдаленном периоде [7, 9]. Во-вторых, в исследовании ART отмечена высокая частота конверсий в группе бимаммарного КШ (15,5%) с переходом на традиционное КШ. Аналогичный показатель частоты конверсий в группе традиционного КШ составил 3,4%. Данный кроссовер операции бимаммарной реваскуляризации также может наводить на мысль об отсутствии комфортных условий для оперирующего хирурга для выполнения более сложной операции – бимаммарного КШ [9, 23]. В-третьих, практически 90% пациентов, включенных в исследование ART, получали оптимальную медикаментозную терапию в виде статинов и дезагрегантов, что также могло повлиять на конечный результат, так как применение данных групп препаратов более эффективно при традиционном КШ, с использованием одной ВГА, чем у пациентов, которым выполнено бимаммарное шунтирование [9]. Важно учитывать и присутствие методологических проблем: расчет статистической мощности выборки для исследования ART был основан на метаанализе, опубликованном в 2001 г., который включал данные 1970–1990-х гг. Современные методы вторичной профилактики позволили значительно улучшить качество оказываемой помощи пациентам, в том числе отдаленные послеоперационные результаты, что позволяет сделать вывод, о снижении статистической значимости данных исследования ART в настоящее время [14].

Как уже отмечалось ранее, в исследовании ART установлена высокая частота развития инфекционных осложнений области хирургического вмешательства – 3,5% в группе бимаммарной реваскуляризации, в то время как в группе традиционного КШ показатель составил 1,9% (ОШ 1,81 [95% ДИ от 1,16 до 2,81], $p = 0,005$), а частота реконструктивных вмешательств на грудной клетке составила 1,9% в группе бимаммарного КШ и 0,6% в группе традиционного (ОШ 3,24 [95% ДИ от 1,54 до 6,83], $p = 0,002$) [9, 23]. Также важно отметить, что в данном исследовании не учитывался метод забора ВГА. Одни хирурги выделяли ВГА лоскутным методом, другие – методом скелетизации, в связи с чем результаты инфекционных осложнений могли существенно различаться. В исследовании U. Benedetto и коллег [24], было показано, что при заборе обеих ВГА методом скелетизации с сохранением коллатерального кровотока в грудине для выполнения бимаммарного КШ частота развития инфекционных

осложнений составила 9,6%, а при использовании лоскутного метода – 16,1%, но получены схожие результаты частоты развития осложнений между группами пациентов с бимаммарным КШ с забором двух ВГА методом скелетизации и традиционным КШ с забором левой ВГА лоскутным методом – 9,6 и 9,5% соответственно (ОШ 1,00 [95% ДИ от 0,65 до 1,53], $p < 0,05$). Выводом исследования стало то, что выделение ВГА методом скелетизации сохраняет перфузию грудины и значительно снижает риск инфекционных осложнений. Напротив, в работе Н.Л. Lazar и соавт. [25], включившей анализ литературы за 50-летний период, обобщается, что методика скелетизации ВГА не оказывает влияния на частоту развития инфекционных осложнений. По мнению авторов, стерильная инфекция является мультифакторной проблемой и не зависит от способа выделения кондуитов.

В исследовании, выполненном под руководством М. Gaudino [26], установлено, что, несмотря на отсутствие значимой разницы в отдаленной выживаемости между группами пациентов, которым для забора ВГА применялись оба метода – скелетизация и лоскутный (22,7 против 19,3% (ОШ 1,12 [95% ДИ от 0,92 до 1,36], $p = 0,27$)), частота развития МАССЕ была значимо выше в группе скелетизации (34,2 против 28,6% (ОШ 1,25 [95% ДИ от 1,06 до 1,47], $p = 0,01$)). Авторы исследования заключили, что методика скелетизации не улучшала отдаленную выживаемость и ассоциировалась с высокой частотой развития МАССЕ, при этом проведенный субанализ показал, что частота развития этих событий зависит от опыта оперирующего хирурга. Так, хирурги с менее 50 выполненными операциями характеризовались более высокой частотой развития МАССЕ (ОШ 1,30 [95% ДИ от 1,03 до 1,65], $p = 0,03$). У более опытных хирургов, с 50 и более выполненными операциями, эта разница была нивелирована (ОШ 1,07 [95% ДИ от 0,82 до 1,39], $p = 0,62$) и обе группы были сопоставимы.

С учетом того, что единственное рандомизированное исследование не дало ответа на то, обладает ли методика бимаммарного КШ преимуществом в сравнении с традиционным КШ у пациентов с многососудистым поражением КА [23], в 2018 г. начато новое рандомизированное многоцентровое исследование ROMA (Randomized comparison of the clinical Outcome of single versus Multiple Arterial grafts). В данное исследование вошли 4 300 пациентов, разделенных на две группы: традиционное КШ с использованием одной ВГА и аутовенозных шунтов и тотальная артериальная реваскуляризация с использованием в качестве второго кондуита – ПВГА или ЛА. Выбор между ПВГА или ЛА в каждом случае определялся оперирующим хирургом индивидуально. В качестве результатов будут представлены показатели госпитальной летальности,

частоты развития различных осложнений и общая выживаемость. Обязательным условием для обеих групп использование ВГА для реваскуляризации ПНА. Результаты представленного исследования будут опубликованы только к 2032 г. [27].

Бимаммарное коронарное шунтирование у пациентов высокого хирургического риска и коморбидных больных

Вопрос о применении методики реваскуляризации миокарда с двумя ВГА у коморбидных пациентов и лиц женского пола, а также пожилого и старческого возраста остается до конца неизученным. Согласно последним европейским рекомендациям по реваскуляризации миокарда [11], методике бимаммарного КШ соответствует низкий класс рекомендаций (2a) и слабый уровень доказательности (B), что обусловлено отсутствием единого мнения о применении данной стратегии у данных групп пациентов, а представленные выводы основываются на результатах небольших одноцентровых исследований, в связи с чем необходимы новые исследования с целью окончательной оценки эффективности и безопасности применения методики бимаммарного КШ у коморбидных лиц [28–50].

СД является одним из факторов риска, ухудшающих результаты хирургического лечения ИБС. В исследовании Y. Hayashi и коллеги [29] сравнили госпитальные и отдаленные результаты пациентов после бимаммарной реваскуляризации с сопутствующим СД и без такового. Не обнаружено значимых различий между группами на госпитальном этапе по частоте развития ОНМК (0,9 против 2,8%, $p = 0,085$), глубоких стерильных осложнений (1,2 против 0%, $p = 0,1$), рестернотомий по поводу кровотечений (1,2 против 1,2%, $p = 0,64$), госпитальной летальности (0,3 против 0%, $p = 0,56$) и периоперационного ИМ (0,9 против 2,0% соответственно, $p = 0,23$). В отдаленном периоде не выявлено значимых различий по частоте летальности (ОШ 1,598 [95% ДИ от 0,966 до 2,645], $p = 0,068$), ИМ и повторной реваскуляризации (ОШ 0,905 [95% ДИ от 0,497 до 1,647], $p = 0,74$), МАССЕ (ОШ 1,328 [95% ДИ от 0,898 до 1,964], $p = 0,16$). При шунтировании огибающей артерии ПВГА определена значимо лучшая отдаленная проходимость кондуита в группе пациентов с СД по сравнению с группой без СД (99,3 против 95,5%, $p = 0,049$), отдаленная проходимость других графтов была сопоставима в двух группах ($p > 0,05$), что согласуется с результатами метаанализа М. Masroog и коллег [30]. Метаанализ С. Wang и соавт. [31] показал, что в когорте пациентов с ИБС и сопутствующим СД, перенесших бимаммарную реваскуляризацию, был ниже уровень госпитальной летальности от всех причин, чем в группе традиционного КШ (ОШ 0,73 [95% ДИ от 0,56 до 0,96], $p = 0,021$). Однако бимаммарное КШ

было связано со значительно более высоким риском инфекционных стернальных осложнений у пациентов с СД (ОШ 1,30 [95% ДИ от 1,02 до 1,67], $p = 0,037$). В отдаленном периоде бимаммарная реваскуляризация была связана со значительно более высоким уровнем выживаемости, чем традиционное КШ (ОШ 0,76 с [95% ДИ от 0,68 до 0,85], $p < 0,001$). Схожие результаты были представлены и в другом метаанализе [32]. Бимаммарное КШ в сравнении с традиционным КШ связано с более частым развитием глубоких стернальных осложнений у пациентов с ИБС и СД (3,74 против 2,06% (ОШ 1,53 с [95% ДИ от 1,23 до 1,90], $p = 0,0001$)). Летальность в отдаленном периоде была значительно ниже в группе бимаммарного КШ (ОШ 0,79 [95% ДИ от 0,70 до 0,90], $p = 0,0003$). По нашему мнению, бимаммарная реваскуляризация может быть методом выбора для пациентов с ИБС и СД, а более высокий риск инфекционных стернальных осложнений можно нивелировать за счет техники скелетизации и жесткого контроля концентрации глюкозы в крови в периоперационном периоде, что согласуется с мнениями экспертов [30–32].

Наличие ожирения (индекс массы тела (ИМТ) более 30 кг/м²) у пациентов с ИБС и многососудистым поражением КА является одним из факторов, ухудшающих ближайшие и отдаленные результаты реваскуляризации. В метаанализе M. Stefil и соавт. [32] показано, что бимаммарная реваскуляризация связана с более низкой отдаленной летальностью от всех причин по сравнению с традиционным КШ у пациентов с ожирением (ОШ 0,73 [95% ДИ от 0,47 до 1,12, $p = 0,15$), при этом частота развития тяжелых стернальных осложнений была значительно выше в данной группе, чем в группе традиционного КШ (5,67 против 2,74% (ОШ 2,24 [95% ДИ от 1,63 до 3,07, $p < 0,00001$)). В другом исследовании [33], установили, что у пациентов после бимаммарной реваскуляризации в группах с ИМТ 18,5–24,9, 25,0–29,9 и 30,0–34,9 кг/м² значимо не различалась частота госпитальной смертности (2,6, 1,6, 1,2, 2,6%, $p = 0,1$), ОНМК (1,4, 1,2, 2,12, 0,7%, $p = 0,3$), повторных операций в отдаленном периоде (3,2, 2,1, 1,6 и 2,3% соответственно, $p = 0,1$). Частота отдаленной летальности была сопоставима по всему спектру ИМТ у пациентов, перенесших бимаммарную реваскуляризацию: при сравнении ИМТ 30,0–34,9 и менее 25 кг/м² (ОШ 0,85 [95% ДИ от 0,659 до 1,088], $p = 0,19$), ИМТ более либо равно 35 и менее 25 кг/м² (ОШ 0,91 [95% ДИ от 0,692 до 1,198], $p = 0,5$). Установлено, что развитие глубоких стернальных осложнений не зависит от увеличения индекса массы тела у пациентов, которым было выполнено бимаммарное КШ (ОШ 0,82 [95% ДИ от 0,49 до 1,38], $p = 0,46$), при этом частота развития данных осложнений снижается с увеличением ИМТ, а в группе с самым высоким ин-

дексом данное осложнение не встречается (1,7, 0,3, 0,4 и 0% при ИМТ 18,5–24,9, 25,0–29,9, 30,0–34,9 и ≥ 35 кг/м² соответственно; $p = 0,22$). По мнению авторов исследования, бимаммарное КШ может быть выполнено пациентам с ожирением, в том числе при ИМТ ≥ 35 кг/м², без существенного влияния на необходимость повторной реваскуляризации или отдаленную летальность. Хотя увеличение ИМТ является фактором риска глубоких стернальных осложнений, нет значимых различий в частоте развития таких осложнений во всем диапазоне ИМТ при сравнении пациентов, перенесших бимаммарную реваскуляризацию, что согласуется с результатами, полученными в других исследованиях [34, 35].

По некоторым данным, женский пол относится к группе высокого хирургического риска [11, 13]. В исследовании D. Revni и коллег [36] установлено, что бимаммарное КШ у пациентов женского пола ассоциировалось с лучшей выживаемостью в госпитальном периоде в сравнении с традиционным КШ (97,1 против 95,0%, $p = 0,06$), при этом частота инфекционных стернальных осложнений была сопоставимой в обеих группах (3,4 против 2,9%, $p = 0,6$). Однако частота ОНМК была значительно ниже в группе традиционного КШ (3,4 против 1,2%, $p = 0,007$). Отдаленная выживаемость в исследовании была значительно лучше среди пациентов в когорте бимаммарной реваскуляризации: медиана выживаемости в этой группе составила 13,8 года [95% ДИ от 12,8 до 14,9], в группе традиционного КШ – 10,3 года [95% ДИ от 9,6 до 11,1] ($p = 0,001$). Частота возникновения госпитальной смертности была сопоставимой между мужчинами и женщинами (1,9 и 2,9% соответственно; $p = 0,15$). Не обнаружено различий в частоте возникновения ОНМК (3,4 против 2,6%, $p = 0,3$), периоперационного ИМ (1,5 против 0,9%, $p = 0,3$) и рестернотомий по поводу кровотечения в послеоперационном периоде (2,4 против 2,0%, $p = 0,62$), однако глубокие стернальные осложнения чаще встречались среди пациентов женского пола (3,3 против 1,8%, $p = 0,04$). Отдаленные результаты показали, что выживаемость была значительно лучше у мужчин, чем у женщин (Me 15,9 против 13,8 года, $p < 0,001$) [37]. В другом исследовании среди лиц женского пола после бимаммарной реваскуляризации по сравнению с пациентами мужского пола наблюдалась более высокая частота госпитальной смертности (2,3 против 1%, $p = 0,048$), ОНМК (1,3 против 0,3%, $p = 0,013$), глубокой стернальной инфекции (3,3 против 1,5%, $p = 0,022$) и ИМ (2,3 против 1,0%, $p = 0,750$) [38]. Отдаленная выживаемость через 10 лет составила 86% среди женщин и 83% среди мужчин ($p = 0,78$). При сравнении бимаммарного и традиционного КШ среди пациентов женского пола отдаленная выживаемость была выше в группе бимаммарного

КШ (87 против 70%, $p = 0,01$), что согласуется с результатами S. Sellers и коллег [39]. По мнению авторов, отдаленная выживаемость не различается между женщинами и мужчинами после бимаммарного КШ. Таким образом, вполне возможно, что использование бимаммарной реваскуляризации может обеспечить пациентам женского пола защиту от МАССЕ в долгосрочной перспективе и сопоставимые результаты с мужским полом.

По некоторым данным, ХБП является независимым предиктором худших госпитальных и отдаленных результатов хирургической реваскуляризации миокарда [11, 13]. В работе G.J. Chaud и соавт. [40] показано сравнение результатов бимаммарной реваскуляризации миокарда у пациентов двух групп: с ХБП (с расчетной скоростью клубочковой фильтрации меньше $60 \text{ мл/мин/1,73 м}^2$) и нормальной функцией почек (скорость клубочковой фильтрации более $90 \text{ мл/мин/1,73 м}^2$). По результатам исследования не выявлено значимых различий в госпитальной летальности ($p = 0,31$), при этом выживаемость у пациентов без ХБП составила 100%. Также авторы исследования не обнаружили разницы в отдаленной выживаемости ($p = 0,17$) и повторных обращениях по поводу МАССЕ ($p > 0,05$). Однако повторная госпитализация по поводу почечной дисфункции была значительно выше в группе пациентов с ХБП (6,7 против 1,2%, $p < 0,05$). Так, авторы пришли к выводу, что ХБП не связана с увеличением госпитальной летальности и дальнейшей частотой повторных обращений по поводу кардиальных причин. В исследовании A. Farkash и коллег [41] при оценке госпитальной летальности не выявлено значимой разницы между группами (6,7% в группе бимаммарного шунтирования и 5,2% в группе традиционного КШ, $p > 0,8$). Авторы исследования не выявили разницы и в частоте развития стернальных осложнений (5,2 против 3%, $p = 0,549$), периоперационного ИМ (1,5 против 2,2%, $p > 0,999$). При оценке отдаленных результатов медиана выживаемости в группе бимаммарного КШ была значительно выше (8,36 против 4,14 года, $p < 0,001$). В более отдаленном периоде (через 20 лет) бимаммарное КШ ассоциировалось с лучшей выживаемостью (ОШ 0,35 [95% ДИ от 0,18 до 0,68], $p = 0,002$). Схожие результаты представлены и в научной работе H. Munakata и коллег [42]. По результатам исследования группы были сопоставимы по госпитальной летальности ($p = 0,336$), тяжелым стернальным осложнениям ($p = 0,945$), частоте развития ОНМК и ИМ ($p = 0,336$). В свою очередь 5-летняя выживаемость составила 42,4% в группе традиционного и 57,4% в группе бимаммарного КШ ($p = 0,202$). Стоит отметить, что в данном исследовании степень тяжести ХБП была значимо выше, чем в других исследованиях, что также могло повлиять на конечный результат. K. Nishiro и соавт. [43] не выявили значимой разницы в госпитальной и

отдаленной выживаемости после 5-летнего наблюдения пациентов, которым было выполнено бимаммарное шунтирование: в госпитальном периоде показатели составили 5,0 против 4,1% ($p = 0,755$), спустя 5 лет – 54,5 против 54,3%, ($p = 0,558$). Также в данном исследовании не обнаружено значимых различий в частоте развития глубоких стернальных осложнений (4,4 против 4,1%, $p = 0,902$) и ИМ (0 и 1,6%, $p = 0,024$). При это частота развития ОНМК была значимо выше в группе традиционного КШ – 5,5%, в группе бимаммарного случаев развития ОНМК не наблюдалось ($p = 0,021$). Применение модели пропорциональных рисков Кокса показало, что низкая ФВ ЛЖ у пациентов (менее 40%) была прямо пропорционально связана с худшими результатами отдаленной выживаемости у пациентов с тяжелой ХБП.

Возможно, применение методики бимаммарного КШ может быть безопасным у пациентов с ХБП при скорости клубочковой фильтрации более $60 \text{ мл/мин/1,73 м}^2$. Учитывая, что преимущества данная стратегия демонстрирует на более отдаленных сроках, выбор метода реваскуляризации должен быть осуществлен индивидуально, особенно у пациентов с выраженными нарушениями функции почек (скорость клубочковой фильтрации менее $30 \text{ мл/мин/1,73 м}^2$).

ХСН со сниженной контрактильной функцией ЛЖ также является одним из предикторов неблагоприятных исходов КШ [11]. В работе В. Роровиц и коллег [44], посвященной изучению результатов применения двух методик операции КШ у пациентов с дисфункцией ЛЖ (ФВ ЛЖ менее 40%), при оценке госпитальных результатов не выявлено статистически значимой разницы в госпитальной летальности (7,8 против 10,3%, $p = 0,49$), частоте развития ИМ (4,2 против 3,8%, $p = 0,80$), ОНМК (1,2 против 3,8, $p = 0,14$), а также частоте развития глубоких стернальных осложнений (5,3 против 2,3%, $p = 0,11$). Стоит отметить, что почти у половины пациентов развились тяжелые стернальные осложнения, ассоциированные с ожирением, а у другой половины пациентов сопутствующим диагнозом являлся СД 2-го типа, что указывало на более отягощенное течение послеоперационного периода в данной группы пациентов. При анализе отдаленных исходов зарегистрировано значительное преимущество в выживаемости у пациентов, которым было проведено бимаммарное КШ, в сравнении с традиционной методикой реваскуляризации (74,2 против 58,9%, $p = 0,02$). По мнению авторов, несмотря на сопоставимые результаты в ближайшем периоде, применение методики бимаммарного КШ безопасно и эффективно у данной группы пациентов. Напротив, в исследовании A. Farkash и соавт. [45] получены сопоставимые результаты у пациентов с низкой ФВ ЛЖ по частоте госпиталь-

ной летальности (8,5 против 6,8%, $p = 0,55$), перооперационного ИМ (5,9 против 2,9%, $p = 0,15$), ОНМК (3,7 против 6,3%, $p = 0,24$), глубоких стернальных осложнений (2,7 против 1,0%, $p = 0,27$). При оценке отдаленных результатов также не было значимой разницы в выживаемости – 66,5 против 61,1% (ОШ 1,002 [95% ДИ от 0,745 до 1,349], $p = 0,988$). Несмотря на сопоставимые госпитальные и отдаленные результаты, авторы заключили, что применение стратегии бимаммарной реваскуляризации у данной когорты пациентов следует рассматривать в строго индивидуальном порядке, учитывая такие особенности, как предполагаемая продолжительность жизни и тяжесть сопутствующей патологии. S. Kainuma и коллеги [46] оценили результаты КШ (бимаммарного и традиционного) у пациентов с ФВ ЛЖ ниже 40%. Также пациенты были поделены на группы с сопутствующим СД и без СД. В госпитальном периоде больные были сопоставимы по частоте развития ИМ ($p = 0,255$), ОНМК ($p = 0,266$). В свою очередь госпитальная летальность у пациентов со сниженной ФВ ЛЖ и сопутствующим СД была значимо выше, чем без такового (9,7 против 1,6%, $p = 0,064$). В отдаленном периоде методика бимаммарного КШ ассоциировалась с более высокой выживаемостью – 81 против 57% (ОШ 0,3 [95% ДИ от 0,1 до 0,8], $p = 0,004$). Многофакторный анализ показал, что применение методики бимаммарного КШ связано со снижением риска летальности у пациентов со сниженной ФВ ЛЖ (ОШ 0,3 [95% ДИ с 0,1 до 0,8], $p = 0,024$). Авторы пришли к выводу, что применение методики бимаммарной реваскуляризации миокарда может улучшить выживаемость в отдаленном периоде у пациентов со сниженной ФВ ЛЖ. В работе M. Vonaschi и коллег [47] было показано, что, несмотря на сопоставимые госпитальные исходы, ФВ ЛЖ ниже 35% (ОШ 11,71 [95% ДИ от 5,65 до 24,27], $p < 0,0001$), ХБП (скорость клубочковой фильтрации менее 60 мл/мин/1,73 м²) ($p = 0,0001$) и возраст старше 80 лет ($p = 0,0002$) являлись независимыми предикторами худшей выживаемости в отдаленном периоде. Также отмечено, что ХСН с низкой ФВ ЛЖ (менее 35%) ассоциировалась с меньшей свободой от развития МАССЕ (ОШ 14,21 [95% ДИ от 6,47 до 30,54], $p < 0,001$). Авторы исследования заключили, что низкая ФВ ЛЖ была связана с худшими результатами и применение методики бимаммарного КШ у данной когорты пациентов должно быть рассмотрено в индивидуальном порядке.

При анализе литературы нами выявлены особенности, которые нужно учитывать при применении хирургической реваскуляризации миокарда с использованием двух ВГА у данной группы пациентов: во-первых, длина ВГА ограничена и ее может не хватить, в особенности в случаях, когда

снижение ФВ ЛЖ отмечается на фоне дилатационной кардиомиопатии [45]; во-вторых, у пациентов с низкой сократительной способностью ЛЖ может потребоваться введение высоких доз вазопрессорных и кардиотонических препаратов, которые вызывают спазм артерий [47]; также методика бимаммарного КШ увеличивает продолжительность операции и время ишемии миокарда, что может повлиять на результаты вмешательства в данной когорте больных [34, 46].

По данным последних европейских рекомендаций по реваскуляризации миокарда, пациенты пожилого и старческого возраста относятся к группе высокого риска развития осложнений вследствие хирургической реваскуляризации миокарда [11]. Ввиду противоречивых результатов ряда исследований нерешенным остается вопрос о применении методики бимаммарного КШ у данной когорты пациентов [34, 48–50]. Так, J.M. Ravauх и соавт. [34] в обеих группах с применением бимаммарного КШ (старше и младше 75 лет) были получены сопоставимые результаты частоты инфекционных осложнений (3 против 4%, $p = 0,619$), рестернотомий ввиду продолжающегося кровотечения (3 против 2%, $p = 0,385$) и других сердечно-сосудистых событий (7 против 8,2%, $p = 0,887$). По мнению авторов, пожилой и старческий возраст никак не влияет на госпитальные исходы хирургической реваскуляризации миокарда с применением двух ВГА. Схожие результаты представлены и в другом исследовании [48], в котором оценивались результаты ближайших и отдаленных исходов хирургической реваскуляризации миокарда с использованием одной и двух ВГА у пожилых пациентов. Отмечено увеличение продолжительности операции в группе бимаммарного КШ ($259,7 \pm 53,8$ против $235,4 \pm 45,3$ мин, $p = 0,001$), при этом частота развития перооперационных осложнений и длительность пребывания в условиях отделения реанимации были сопоставимы ($p > 0,05$). Ближайшие исходы были полностью сопоставимы. При оценке отдаленной выживаемости (через 7 лет) статистически значимые различия отсутствовали ($p = 0,112$), однако в группе бимаммарной реваскуляризации свобода от МАССЕ была значимо выше (82,9 против 68,2%, $p = 0,016$). По мнению авторов, применение бимаммарного КШ у пациентов пожилого возраста сопоставимо с результатами традиционной методики реваскуляризации, не связано с ростом частоты осложнений, а также может быть безопасно в данной когорте при достаточном опыте оперирующего хирурга. В свою очередь в многоцентровом исследовании A.S. Rubino и коллег [49] после псевдорандомизации в госпитальном периоде не выявлено значимой разницы у пациентов пожилого и старческого возраста между методиками традиционного и бимам-

марного КШ: госпитальная летальность в группе традиционного КШ составила 1,6%, в группе бимаммарного – 2,7% ($p = 0,117$), частота развития ИМ и ОНМК была сопоставимой – 1,1 против 4,9%, $p = 0,123$, и 1,9 против 1,0%, $p = 0,144$, соответственно. При этом количество дней пребывания в отделении интенсивной терапии было выше в группе бимаммарного КШ (3,6 против 2,6 дня, $p < 0,0001$), продолжительность пребывания в стационаре была выше в группе бимаммарного КШ (11,3 против 10,0 дней, $p < 0,0001$). Также группе бимаммарной реваскуляризации чаще требовалось проведение экстракорпоральной мембранной оксигенации (1,0 против 0,1%, $p = 0,02$), частота развития глубоких стерильных осложнений была выше и составила 7,7 против 5,1%, ($p = 0,031$). Выводом исследования стало то, что применение методики бимаммарного КШ ассоциируется с худшими в сравнении с традиционным КШ госпитальными результатами. Авторы полагают, что применение данной стратегии реваскуляризации может рассматриваться у пациентов пожилого и старческого возраста, со стабильной ИБС, без сопутствующих заболеваний и с большей предполагаемой продолжительностью жизни. Однако А. Abreu и коллеги [50] не выявили разницы в частоте развития ОНМК (0,9% в обеих группах, $p = 0,911$) и выживаемости (1,1 против 0,7%, $p = 0,07$) в ближайшем периоде, при этом при 10-летнем наблюдении летальность от всех причин в группе традиционного КШ была значимо выше (21,3 против 13,7%, ОШ 0,78 с [95% ДИ от 0,66 до 0,92], $p = 0,004$). Так, применение методики бимаммарного КШ у пожилых пациентов, по мнению авторов, ассоциировалось с более низкой летальностью в отдаленном периоде по сравнению с традиционным КШ. В единственном на сегодняшний день рандомизированном исследовании при субанализе подгрупп высокого хирургического риска не установлено значимых различий госпитальных и отдаленных результатов. Апостериорный анализ исследования продемонстрировал, что преимущества методики бимаммарного КШ более выражены у пациентов молодого возраста, чем пожилого и старческого [7–9]. Однако хочется отметить, что в настоящее время нет единого мнения относительно использования методики бимаммарной реваскуляризации миокарда у пациентов пожилого и старческого возраста. В ряде исследований показаны преимущества данной стратегии через 7–10 лет [48, 50], но вопрос целесообразности применения данной технологии в заявленной когорте остается спорным ввиду ограниченной продолжительности жизни больных.

Таким образом, противоречивые данные диктуют необходимость дальнейшего исследования эффективности и безопасности применения методики

бимаммарного КШ, в том числе у пациентов высокого хирургического риска (с ожирением, СД, ХБП, ХСН со сниженной ФВ ЛЖ), лиц женского пола, а также пожилого и старческого возраста. Вероятно, отдаленные результаты исследования ART (через 15 лет), исследования ROMA и других крупных работ, посвященных данной проблеме, позволят сформировать четкое представление о возможности безопасного и эффективного применения данной методики у описанных групп пациентов.

Заключение

На данный момент вопрос оптимальности применения бимаммарного шунтирования у пациентов с высоким хирургическим риском остается открытым. В единственном рандомизированном исследовании не установлено преимуществ данной методики, кроме того, у пациентов, перенесших бимаммарное шунтирование, чаще возникали инфекционные осложнения ран грудины. В свою очередь результаты большинства обсервационных работ свидетельствуют о преимуществах методики бимаммарного КШ, а также указывают на то, что инфекционные осложнения могут быть нивелированы с помощью скелетизации ВГА. Стандартизации бимаммарного шунтирования препятствует ряд факторов, среди которых высокая прецизионность, необходимая для выполнения данной методики реваскуляризации миокарда, увеличение продолжительности оперативного вмешательства и длительная программа обучения хирургов данной методике КШ. У пациентов высокого хирургического риска, с коморбидными состояниями результаты применения бимаммарной реваскуляризации остаются противоречивыми. Для более точного ответа на вопрос о безопасности и эффективности применения различных методик хирургической реваскуляризации миокарда требуются крупные многоцентровые исследования, которые позволят определить наиболее оптимальный метод реваскуляризации у данных категорий больных.

Конфликт интересов

А.Г. Мурадов заявляет об отсутствии конфликта интересов. Ю.И. Гринштейн заявляет об отсутствии конфликта интересов. И.Т. Алишанов заявляет об отсутствии конфликта интересов. А.С. Петров заявляет об отсутствии конфликта интересов. Д.Б. Дробот заявляет об отсутствии конфликта интересов. В.А. Сакович заявляет об отсутствии конфликта интересов. Авторы заявляют об отсутствии финансирования исследования.

Финансирование

Авторы заявляют об отсутствии финансирования исследования.

Информация об авторах

Мурадов Асим Гасанович, врач – сердечно-сосудистый хирург кардиохирургического отделения № 1 федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии» Министерства здравоохранения Российской Федерации (г. Красноярск), Красноярск, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0003-4096-0375

Гринштейн Юрий Исаевич, доктор медицинских наук, профессор заведующий кафедрой терапии института последипломного образования федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Красноярск, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0001-8847-235X

Алишанов Илкин Тельман оглы, ординатор кафедры сердечно-сосудистой хирургии института последипломного образования федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Красноярск, Российская Федерация; **ORCID** 0009-0005-6200-0596

Петров Александр Сергеевич, ординатор кафедры сердечно-сосудистой хирургии института последипломного образования федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Красноярск, Российская Федерация; **ORCID** 0009-0005-6817-6584

Дробот Дмитрий Борисович, доктор медицинских наук врач-методист федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Красноярск, Российская Федерация; профессор кафедры сердечно-сосудистой хирургии института последипломного образования федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии» Министерства здравоохранения Российской Федерации (г. Красноярск), Красноярск, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0001-9003-4818

Сакович Валерий Анатольевич, доктор медицинских наук, доцент главный врач федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии» Министерства здравоохранения Российской Федерации (г. Красноярск), Красноярск, Российская Федерация; заведующий кафедрой сердечно-сосудистой хирургии института последипломного образования федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии» Министерства здравоохранения Российской Федерации (г. Красноярск), Красноярск, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0001-7743-8770

Вклад авторов в статью

МАГ – вклад в концепцию и дизайн исследования, написание и корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

ГЮИ – интерпретация данных исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

Author Information Form

Muradov Asim G., Cardiovascular Surgeon at the Department of Cardiac Surgery No.1, Federal State Budgetary Institution “Federal Center for Cardiovascular Surgery” of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Krasnoyarsk, Russian Federation; **ORCID** 0000-0003-4096-0375

Grinshtein Yuriy I., PhD, Professor, Head of the Department of Therapy, Institute of Postgraduate Education, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Prof. V.F. Voino-Yasenetsky Krasnoyarsk State Medical University” of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Krasnoyarsk, Russian Federation; **ORCID** 0000-0001-8847-235X

Alishanov Ilkin T., Clinical Resident at the Department of Cardiovascular Surgery, Institute of Postgraduate Education, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Prof. V.F. Voino-Yasenetsky Krasnoyarsk State Medical University” of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Krasnoyarsk, Russian Federation; **ORCID** 0009-0005-6200-0596

Petrov Aleksandr S., Clinical Resident at the Department of Cardiovascular Surgery, Institute of Postgraduate Education, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Prof. V.F. Voino-Yasenetsky Krasnoyarsk State Medical University” of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Krasnoyarsk, Russian Federation; **ORCID** 0009-0005-6817-6584

Drobot Dmitry B., PhD, Methodologist at the Federal State Budgetary Institution “Federal Center for Cardiovascular Surgery” of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Krasnoyarsk, Russian Federation; Professor at the Department of Cardiovascular Surgery, Institute of Postgraduate Education, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Prof. V.F. Voino-Yasenetsky Krasnoyarsk State Medical University” of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Krasnoyarsk, Russian Federation; **ORCID** 0000-0001-9003-4818

Sakovich Valery A., PhD, Associate Professor, Chief Physician at the Federal State Budgetary Institution “Federal Center for Cardiovascular Surgery” of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Krasnoyarsk, Russian Federation; Head of the Department of Cardiovascular Surgery, Institute of Postgraduate Education, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Prof. V.F. Voino-Yasenetsky Krasnoyarsk State Medical University” of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Krasnoyarsk, Russian Federation; **ORCID** 0000-0001-7743-8770

Author Contribution Statement

MAG – contribution to the concept and design of the study, manuscript writing, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

GUI – data interpretation, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

АИТ – вклад в концепцию и дизайн исследования, написание статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

ПАС – вклад в концепцию и дизайн исследования, написание статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

ДДБ – интерпретация данных исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

СВА – интерпретация данных исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

АИТ – contribution to the concept and design of the study, manuscript writing, approval of the final version, fully responsible for the content

PAS – contribution to the concept and design of the study, manuscript writing, approval of the final version, fully responsible for the content

DDB – data interpretation, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

SVA – data interpretation, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Knuuti J. 2019. Рекомендации ESC по диагностике и лечению хронического коронарного синдрома. Российский кардиологический журнал. 2020;25(2):3757. doi:10.15829/1560-4071-2020-2-3757.
2. Loop F.D., Lytle B.W., Cosgrove D.M., Stewart R.W., Goormastic M., Williams G.W., Golding L.A., Gill C.C., Taylor P.C., Sheldon W.C., et al. Influence of the internal mammary artery graft on 10-year survival and other cardiac events. *N Engl J Med* 1986; 314:1–6. doi:10.1056/NEJM198601023140101
3. Forouzandeh F., Douglas J.S.Jr. The Left Internal Mammary Artery Graft: Durable and Self-Reparative. *JACC Case Rep.* 2019;1(2):168-170. doi:10.1016/j.jaccas.2019.05.033.
4. Shen J.Q., Ji Q., Ding W.J., Xia L.M., Wei L., Wang C.S. [Revascularization of left anterior descending artery area using a skeletonized left internal mammary artery: a comparison between sequential and separate grafting]. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi*. 2018;98(10):763-767. Chinese. doi:10.3760/cma.j.isn.0376-2491.2018.10.010.
5. Lytle B.W., Blackstone E.H., Loop F.D., Houghtaling P.L., Arnold J.H., Akhrass R., McCarthy P.M., Cosgrove D.M. Two internal thoracic artery grafts are better than one. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1999;117(5):855-72. doi:10.1016/S0022-5223(99)70365-X.
6. Taggart D.P., Gaudino M.F., Gerry S., Gray A., Lees B., Dimagli A., Puskas J.D., Zamvar V., Pawlaczyk R., Roysse A.G., Flather M., Benedetto U.; ART investigators. Effect of total arterial grafting in the Arterial Revascularization Trial. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2022;163(3):1002-1009.e6. doi: 10.1016/j.jtcvs.2020.03.013.
7. Taggart D.P., Altman D.G., Gray A.M., Lees B., Nugara F., Yu L.M., Campbell H., Flather M.; ART Investigators. Randomized trial to compare bilateral vs. single internal mammary coronary artery bypass grafting: 1-year results of the Arterial Revascularisation Trial (ART). *Eur Heart J.* 2010;31(20):2470-81. doi:10.1093/eurheartj/ehq318.
8. Taggart D.P., Altman D.G., Gray A.M., Lees B., Gerry S., Benedetto U., Flather M.; ART Investigators. Randomized Trial of Bilateral versus Single Internal-Thoracic-Artery Grafts. *N Engl J Med.* 2016;375(26):2540-9. doi:10.1056/NEJMoa1610021
9. Taggart D.P., Benedetto U., Gerry S., Altman D.G., Gray A.M., Lees B., Gaudino M., Zamvar V., Bochenek A., Buxton B., Choong C., Clark S., Deja M., Desai J., Hasan R., Jasinski M., O'Keefe P., Moraes F., Pepper J., Seevanayagam S., Sudarshan C., Trivedi U., Wos S., Puskas J., Flather M.; Arterial Revascularization Trial Investigators. Bilateral versus Single Internal-Thoracic-Artery Grafts at 10 Years. *N Engl J Med.* 2019;380(5):437-446. doi: 10.1056/NEJMoa1808783.
10. Семченко А.Н., Зайцев И.В., Шевченко А.М., Семченко А.В. Коронарное шунтирование с применением двух внутригрудных артерий: так ли очевидны преимущества? Патология кровообращения и кардиохирургия. 2020; 24(4): 50–62. doi:10.21688/1681-3472-2020-4-50-62.
11. Neumann F.J., Sousa-Uva M., Ahlsson A., Alfonso F., Banning A.P., Benedetto U., Byrne R.A., Collet J.P., Falk V., Head S.J., Juni P., Kastrati A., Koller A., Kristensen S.D., Niebauer J., Richter D.J., Seferovic P.M., Sibbing D., Stefanini G.G., Windecker S., Yadav R., Zembala M.O.; ESC Scientific Document Group. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. *Eur Heart J.* 2019;40(2):87-165. doi:10.1093/eurheartj/ehy394
12. Lawton J.S., Tamis-Holland J.E., Bangalore S., Bates E.R., Beckie T.M., Bischoff J.M., Bittl J.A., Cohen M.G., DiMaio J.M., Don C.W. et al. 2021 ACC/AHA/SCAI Guideline for Coronary Artery Revascularization: Executive Summary: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *Circulation.* 2022;145(3):e4-e17. doi:10.1161/CIR.0000000000001039
13. Мурадов А.Г., Эфендиев В.У., Андин А.В., Дробот Д.Б., Демидов Д.П., Сакович В.А. История развития коронарной хирургии. Сибирское медицинское обозрение. 2021;(3):15-25. doi:10.20333/25000136-2021-3-15-25
14. Gaudino M.F.L., Ruel M., Taggart D.P.; ATLANTIC (ArTerial grAftiNg inTernational Consortium) Alliance. Blaise Pascal and the evidence on the use of multiple arterial grafts for coronary artery bypass surgery after the interim analysis of the Arterial Revascularization Trial. *Curr Opin Cardiol.* 2018;33(2):245-248. doi: 10.1097/HCO.0000000000000492.
15. Jankovic A., Zakic T., Milicic M., Unic-Stojanovic D., Kalezic A., Korac A., Jovic M., Korac B. Effects of Remote Ischaemic Preconditioning on the Internal Thoracic Artery Nitric Oxide Synthase Isoforms in Patients Undergoing Coronary Artery Bypass Grafting. *Antioxidants (Basel).* 2021;10(12):1910. doi:10.3390/antiox10121910
16. Фролов А.В., Загородников Н.И., Тарасов П.С., Григорьев Е.В., Иванов С.В., Барбараш Л.С. Коронаропротективный эффект внутренней грудной артерии в отдалённом послеоперационном периоде после коронарного шунтирования. Фундаментальная и клиническая медицина. 2023;8(1):80-92. doi:10.23946/2500-0764-2023-8-1-80-92.
17. Benedetto U., Caputo M., Gaudino M., Mariscalco G., Bryan A., Angelini G.D. Is the right internal thoracic artery superior to saphenous vein for grafting the right coronary artery? A propensity score-based analysis. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2017;154(4):1269-1275.e5. doi:10.1016/j.jtcvs.2017.04.070.
18. Parissis H., Ahmed S., Al Nasir J., Khan J., Ferwana M. Bilateral versus single internal mammary artery in diabetic patients: systematic review and meta-analysis. *Asian Cardiovasc Thorac Ann.* 2023;31(9):781-794. doi:10.1177/02184923231209364.
19. Фролов А.В., Загородников Н.И., Иванов С.В., Тарасов П.С., Барбараш Л.С. Бимаммарное коронарное шунтирование: пятнадцатилетний опыт. Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. 2023;12(3):15-26. doi:/10.17802/2306-1278-2023-12-3-15-26.
20. Fomenko M.S., Schneider Y.A., Tsoi V.G., Pavlov A.A., Shilenko P.A. Left or bilateral internal mammary artery employment in coronary artery bypass grafting: midterm results. *Asian Cardiovasc Thorac Ann.* 2021;29(8):758-762. doi:10.1177/0218492321990764.
21. Мартиросян А.К., Галимов Н.М., Жбанов И.В., Урюжников В.В., Киладзе И.З., Ревшвили Г.А., Галимова Н.А., Шабалкин Б.В. Ближайшие и отдаленные результаты бимаммарного коронарного шунтирования. Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. 2020;3:74-81. doi:10.17116/hirurgia202003174.

22. Gaudino M., Benedetto U., Fremes S., Biondi-Zoccai G., Sedrakyan A., Puskas J.D., Angelini G.D., Buxton B., Frati G., Hare D.L., Hayward P., Nasso G., Moat N., Peric M., Yoo K.J., Speziale G., Girardi L.N., Taggart D.P.; RADIAL Investigators. Radial-Artery or Saphenous-Vein Grafts in Coronary-Artery Bypass Surgery. *N Engl J Med.* 2018;378(22):2069-2077. doi:10.1056/NEJMoa1716026.
23. Gaudino M., Bakaeen F.G., Benedetto U., Di Franco A., Fremes S., Glineur D., Girardi L.N., Grau J., Puskas J.D., Ruel M., Tam D.Y., Taggart D.P.; ATLANTIC (Arterial Grafting International Consortium) Alliance members. Arterial Grafts for Coronary Bypass: A Critical Review After the Publication of ART and RADIAL. *Circulation.* 2019;140(15):1273-1284. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.119.041096
24. Benedetto U., Altman D.G., Gerry S., Gray A., Lees B., Pawlaczyk R., Flather M., Taggart D.P.; 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. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2016;152:270-276. doi:10.1016/j.jtcvs.2016.03.056
25. Lazar H.L. The risk of mediastinitis and deep sternal wound infections with single and bilateral, pedicled and skeletonized internal thoracic arteries. *Ann Cardiothorac Surg.* 2018;7(5):663-672. doi:10.21037/acs.2018.06.11.
26. Gaudino M., Audisio K., Rahouma M., Chadow D., Cancelli G., Soletti G.J., Gray A., Lees B., Gerry S., Benedetto U., Flather M., Taggart D.P.; ART Investigators. Comparison of Long-term Clinical Outcomes of Skeletonized vs Pedicled Internal Thoracic Artery Harvesting Techniques in the Arterial Revascularization Trial. *JAMA Cardiol.* 2021;6(12):1380-1386. doi:10.1001/jamacardio.2021.3866.
27. Gaudino M., Alexander J.H., Bakaeen F.G., Ballman K., Barili F., Calafiore A.M., Davierwala P., Goldman S., Kappetein P., Lorusso R., Mylotte D., Pagano D., Ruel M., Schwann T., Suma H., Taggart D.P., Tranbaugh R.F., Fremes S. Randomized comparison of the clinical outcome of single versus multiple arterial grafts: the ROMA trial-rationale and study protocol. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2017;52(6):1031-1040. doi:10.1093/ejcts/ezx358.
28. Мурадов А.Г., Гринштейн Ю.И., Дробот Д.Б., Миллер А.Ю., Сакович В.А. Ближайшие и отдалённые результаты бимаммарного шунтирования у пациентов с многососудистым коронарным поражением и сахарным диабетом 2-го типа после псевдорандомизации. *Acta Biomedica Scientifica.* 2023;8(5):211-224. doi:10.29413/ABS.2023-8.5.23.
29. Hayashi Y., Maekawa A., Sawaki S., Ozeki T., Orii M., Saiga T., Kato R., Usui A., Ito T. Left-Sided Complete Revascularization With Bilateral Internal Thoracic Arteries in Patients With Diabetes. *Ann Thorac Surg.* 2019;107(6):1727-1735. doi: 10.1016/j.athoracsur.2018.12.023.
30. Masroor M., Fu X., Khan U.Z., Zhao Y. Effect of bilateral internal thoracic artery harvesting on deep sternal wound infection in diabetic patients: Review of literature. *Ann Med Surg (Lond).* 2021;66:102382. doi: 10.1016/j.amsu.2021.102382.
31. Wang C., Li P., Zhang F., Kong Q., Li J. Does Bilateral Internal Mammary Artery Grafting Better Suit Patients With Diabetes? Two Different Ways to Explore Outcomes. *Circ J.* 2020;84(3):436-444. doi: 10.1253/circj.CJ-19-1050.
32. Stefil M., Dixon M., Benedetto U., Gaudino M., Lees B., Gray A., Gerry S., Taggart D., Flather M. Coronary artery bypass grafting using bilateral internal thoracic arteries in patients with diabetes and obesity: A systematic review and meta-analysis. *Int J Cardiol Heart Vasc.* 2023;47:101235. doi:10.1016/j.ijcha.2023.101235.
33. Chan P.G., Sultan I., Gleason T.G., Wang Y., Navid F., Thoma F., Kilic A. Contemporary outcomes of coronary artery bypass grafting in obese patients. *J Card Surg.* 2020;35(3):549-556. doi: 10.1111/jocs.14415.
34. Ravoux J.M., Guennaoui T., Mélot C., Schraeverus P. Bilateral Internal Mammary Artery Bypass Grafting: Sternal Wound Infection in High-Risk Population. Should Sternal Infection Scare Us? *Open J Cardiovasc Surg.* 2018;10:1179065218789375. doi: 10.1177/1179065218789375.
35. Hegazy Y.Y., Hassanein W., Ennker J., Keshk N., Bauer S., Sodian R. The Use of Bilateral Internal Mammary Artery Grafting in Different Degrees of Obesity. *Thorac Cardiovasc Surg.* 2017;65(4):278-285. doi:10.1055/s-0037-1598028
36. Pevni D., Neshet N., Kramer A., Paz Y., Farkash A., Ben-Gal Y. Does bilateral versus single thoracic artery grafting provide survival benefit in female patients? *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2019;28(6):860-867. doi: 10.1093/icvts/ivy367.
37. Pevni D., Kramer A., Farkash A., Ben-Gal Y. Is gender a risk factor for bilateral internal thoracic artery grafting? A twenty-year follow-up. *J Card Surg.* 2021;36(2):551-557. doi: 10.1111/jocs.15255.
38. Vrancic J.M., Navia D.O., Espinoza J.C., Piccinini F., Camporotondo M., Benzadon M., Dorsa A. Is sex a risk factor for death in patients with bilateral internal thoracic artery grafts? *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2019;158(5):1345-1353.e1. doi: 10.1016/j.jtcvs.2019.01.025.
39. Sellers S.L., Holmes K.R., Leipsic J.A. Sex differences in cardiovascular medicine: Bilateral internal mammary artery CABG. *Int J Cardiol.* 2019;288:53-54. doi: 10.1016/j.ijcard.2019.03.011.
40. Chaud G.J., Kalavrouziotis D., Dionne S., Guimaron S., Cervetti M.R., Babaki S., Mohammadi S. Should Bilateral Internal Thoracic Arteries be Used in Patients with Chronic Kidney Disease? *Semin Thorac Cardiovasc Surg.* 2023 Winter;35(4):656-663. doi:10.1053/j.semtevs.2022.07.006.
41. Farkash A., Gordon A., Mohr R., Sela O., Pevni D., Ziv-Baran T., Grupper A., Kfir J.E., Ben-Gal Y. Single versus bilateral internal thoracic artery grafting in patients with impaired renal function. *PLoS One.* 2024;19(2):e0297194. doi:10.1371/journal.pone.0297194.
42. Munakata H., Tajima K., Kato W., Tanaka K., Tokuda Y., Mutsuga M., Usui A. Bilateral versus single internal thoracic artery grafting in hemodialysis patients. *Gen Thorac Cardiovasc Surg.* 2020;68(8):768-773. doi:10.1007/s11748-019-01254-9.
43. Hachiro K., Kinoshita T., Suzuki T., Asai T. Bilateral internal thoracic artery grafting in haemodialysis patients with diabetic nephropathy. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2020;31(6):774-780. doi:10.1093/icvts/ivaa208.
44. Popovic B., Maureira P., Juilliere Y., Danchin N., Voilliot D., Vanhuysse F., Villemot J.P. Bilateral vs unilateral internal mammary revascularization in patients with left ventricular dysfunction. *World J Cardiol.* 2017;9(4):339-346. doi:10.4330/wjc.v9.i4.339.
45. Farkash A., Pevni D., Mohr R., Kramer A., Ziv-Baran T., Paz Y., Neshet N., Ben-Gal Y. Single versus bilateral internal thoracic artery grafting in patients with low ejection fraction. *Medicine (Baltimore).* 2020;99(44):e22842. doi:10.1097/MD.00000000000022842.
46. Kainuma S., Toda K., Daimon T., Miyagawa S., Yoshikawa Y., Hata H., Yoshioka D., Kawamura T., Kawamura A., Kashiyama N., et al.; Osaka Cardiovascular Surgery Research (OSCAR) Group. Bilateral Internal Thoracic Artery Grafting Improves Survival for Severe Left Ventricular Dysfunction and Diabetes. *Circ J.* 2021;85(11):1991-2001. doi:10.1253/circj.CJ-20-0907.
47. Bonacchi M., Prifti E., Bugetti M., Cabrucci F., Cresci M., Lucá F., Parise O., Matteucci F., Sani G., Johnson D.M., Gelsomino S. In situ skeletonized bilateral thoracic artery for left coronary circulation: a 20-year experience. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2020;57(1):160-167. doi:10.1093/ejcts/ezz138.
48. Галимов Н.М., Мартиросян А.К., Жбанов И.В., Урюжников В.В., Киладзе И.З., Ревишвили Г.А., Шабалкин Б.В., Переверттов В.А., Александрова Е.Н. Ближайшие и отдалённые результаты бимаммарного коронарного шунтирования у пожилых пациентов. *Креативная кардиология.* 2019; 13 (4): 328-38. doi:10.24022/1997-3187-2019-13-4-328-338.
49. Rubino A.S., Gatti G., Reichart D., Tauriainen T., De Feo M., Onorati F., Pappalardo A., Chocron S., Gulbins H., Dalén M., et al. Early Outcome of Bilateral Versus Single Internal Mammary Artery Grafting in the Elderly. *Ann Thorac Surg.* 2018;105(6):1717-1723. doi:10.1016/j.athoracsur.2017.11.079.
50. Abreu A., Máximo J., Leite-Moreira A. Long-term survival of single versus bilateral internal mammary artery grafting in patients under 70. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2022;35(4):ivac225. doi:10.1093/icvts/ivac225.

REFERENCES

1. Knuuti J. 2019 ESC Guidelines for the diagnosis and management of chronic coronary syndromes The Task Force for the diagnosis and management of chronic coronary syndromes of the European Society of Cardiology (ESC). *Russian Journal of Cardiology*. 2020;25(2):3757. doi:10.15829/1560-4071-2020-2-3757. (In Russian)
2. Loop F.D., Lytle B.W., Cosgrove D.M., Stewart R.W., Goormastic M., Williams G.W., Golding L.A., Gill C.C., Taylor P.C., Sheldon W.C., et al. Influence of the internal mammary artery graft on 10-year survival and other cardiac events. *N Engl J Med* 1986; 314:1–6. doi:10.1056/NEJM198601023140101
3. Forouzandeh F., Douglas J.S.Jr. The Left Internal Mammary Artery Graft: Durable and Self-Reparative. *JACC Case Rep*. 2019;1(2):168-170. doi:10.1016/j.jaccas.2019.05.033.
4. Shen J.Q., Ji Q., Ding W.J., Xia L.M., Wei L., Wang C.S. [Revascularization of left anterior descending artery area using a skeletonized left internal mammary artery: a comparison between sequential and separate grafting]. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi*. 2018;98(10):763-767. Chinese. doi:10.3760/cma.j.isn.0376-2491.2018.10.010.
5. Lytle B.W., Blackstone E.H., Loop F.D., Houghtaling P.L., Arnold J.H., Akhrass R., McCarthy P.M., Cosgrove D.M. Two internal thoracic artery grafts are better than one. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1999;117(5):855-72. doi:10.1016/S0022-5223(99)70365-X.
6. Taggart D.P., Gaudino M.F., Gerry S., Gray A., Lees B., Dimagli A., Puskas J.D., Zamvar V., Pawlaczyk R., Royse A.G., Flather M., Benedetto U.; ART investigators. Effect of total arterial grafting in the Arterial Revascularization Trial. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2022;163(3):1002-1009.e6. doi: 10.1016/j.jtcvs.2020.03.013.
7. Taggart D.P., Altman D.G., Gray A.M., Lees B., Nugara F., Yu L.M., Campbell H., Flather M.; ART Investigators. Randomized trial to compare bilateral vs. single internal mammary coronary artery bypass grafting: 1-year results of the Arterial Revascularisation Trial (ART). *Eur Heart J*. 2010;31(20):2470-81. doi:10.1093/eurheartj/ehq318.
8. Taggart D.P., Altman D.G., Gray A.M., Lees B., Gerry S., Benedetto U., Flather M.; ART Investigators. Randomized Trial of Bilateral versus Single Internal-Thoracic-Artery Grafts. *N Engl J Med*. 2016;375(26):2540-9. doi:10.1056/NEJMoa1610021
9. Taggart D.P., Benedetto U., Gerry S., Altman D.G., Gray A.M., Lees B., Gaudino M., Zamvar V., Bochenek A., Buxton B., Choong C., Clark S., Deja M., Desai J., Hasan R., Jasinski M., O'Keefe P., Moraes F., Pepper J., Seevanayagam S., Sudarshan C., Trivedi U., Wos S., Puskas J., Flather M.; Arterial Revascularization Trial Investigators. Bilateral versus Single Internal-Thoracic-Artery Grafts at 10 Years. *N Engl J Med*. 2019;380(5):437-446. doi: 10.1056/NEJMoa1808783.
10. Semchenko A.N., Zaicev I.V., Shevchenko A.M., Semchenko A.V. Bilateral internal mammary grafting: Are the advantages obvious? *Patologiya Krovoobrashcheniya I Kardiokirurgiya*. 2020; 24(4):50-62. doi:10.21688/1681-3472-2020-4-50-62. (In Russian)
11. Neumann F.J., Sousa-Uva M., Ahlsson A., Alfonso F., Banning A.P., Benedetto U., Byrne R.A., Collet J.P., Falk V., Head S.J., Jüni P., Kastrati A., Koller A., Kristensen S.D., Niebauer J., Richter D.J., Seferovic P.M., Sibbing D., Stefanini G.G., Windecker S., Yadav R., Zembala M.O.; ESC Scientific Document Group. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. *Eur Heart J*. 2019;40(2):87-165. doi:10.1093/eurheartj/ehy394
12. Lawton J.S., Tamis-Holland J.E., Bangalore S., Bates E.R., Beckie T.M., Bischoff J.M., Bittl J.A., Cohen M.G., DiMaio J.M., Don C.W. et al. 2021 ACC/AHA/SCAI Guideline for Coronary Artery Revascularization: Executive Summary: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *Circulation*. 2022;145(3):e4-e17. doi:10.1161/CIR.0000000000001039
13. Muradov A.G., Efendiev V.U., Andin A.V., Drobot D.B., Demidov D.P. Sakovich VA. The history of coronary surgery development. *Siberian Medical Review*. 2021; (3):15-25. doi:10.20333/25000136-2021-3-15-25. (In Russian)
14. Gaudino M.F.L., Ruel M., Taggart D.P.; ATLANTIC (ArTerial graFtiNg inTernatIonal Consortium) Alliance. Blaise Pascal and the evidence on the use of multiple arterial grafts for coronary artery bypass surgery after the interim analysis of the Arterial Revascularization Trial. *Curr Opin Cardiol*. 2018;33(2):245-248. doi: 10.1097/HCO.0000000000000492.
15. Jankovic A., Zakic T., Milicic M., Unic-Stojanovic D., Kalezic A., Korac A., Jovic M., Korac B. Effects of Remote Ischaemic Preconditioning on the Internal Thoracic Artery Nitric Oxide Synthase Isoforms in Patients Undergoing Coronary Artery Bypass Grafting. *Antioxidants (Basel)*. 2021;10(12):1910. doi:10.3390/antiox10121910
16. Frolov A.V., Zagorodnikov N.I., Tarasov R.S., Grigoriev E.V., Ivanov S.V., Barbarash L.S. Use of internal thoracic artery as a conduit protects coronary artery in the long-term period after coronary artery bypass graft surgery. *Fundamental and Clinical Medicine*. 2023;8(1):80-92. doi:10.23946/2500-0764-2023-8-1-80-92. (In Russian)
17. Benedetto U., Caputo M., Gaudino M., Mariscalco G., Bryan A., Angelini G.D. Is the right internal thoracic artery superior to saphenous vein for grafting the right coronary artery? A propensity score-based analysis. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2017;154(4):1269-1275.e5. doi:10.1016/j.jtcvs.2017.04.070.
18. Parissis H., Ahmed S., Al Nasir J., Khan J., Ferwana M. Bilateral versus single internal mammary artery in diabetic patients: systematic review and meta-analysis. *Asian Cardiovasc Thorac Ann*. 2023;31(9):781-794. doi:10.1177/02184923231209364.
19. Frolov A.V., Zagorodnikov N.I., Ivanov S.V., Tarasov R.S., Barbarash L.S. Bilateral internal thoracic artery grafting: fifteen years of experience. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases*. 2023;12(3):15-26. doi:10.17802/2306-1278-2023-12-3-15-26. (In Russian)
20. Fomenko M.S., Schneider Y.A., Tsoi V.G., Pavlov A.A., Shilenko P.A. Left or bilateral internal mammary artery employment in coronary artery bypass grafting: midterm results. *Asian Cardiovasc Thorac Ann*. 2021;29(8):758-762. doi:10.1177/02184923211990764.
21. Martirosyan A.K., Galimov N.M., Zhanov I.V., Uriuzhnikov V.V., Kiladze I.Z., Revishvili G.A., Shabalkin B.V. Early and long-term outcomes of bilateral internal thoracic arteries grafting for coronary artery bypass surgery. *Pirogov Russian Journal of Surgery*. 2020;(3):74-81. doi:10.17116/hirurgia202003174. (In Russian)
22. Gaudino M., Benedetto U., Femes S., Biondi-Zoccai G., Sedrakyan A., Puskas J.D., Angelini G.D., Buxton B., Frati G., Hare D.L., Hayward P., Nasso G., Moat N., Peric M., Yoo K.J., Speziale G., Girardi L.N., Taggart D.P.; RADIAL Investigators. Radial-Artery or Saphenous-Vein Grafts in Coronary-Artery Bypass Surgery. *N Engl J Med*. 2018;378(22):2069-2077. doi:10.1056/NEJMoa1716026.
23. Gaudino M., Bakaeen F.G., Benedetto U., Di Franco A., Femes S., Glineur D., Girardi L.N., Grau J., Puskas J.D., Ruel M., Tam D.Y., Taggart D.P.; ATLANTIC (Arterial Grafting International Consortium) Alliance members. Arterial Grafts for Coronary Bypass: A Critical Review After the Publication of ART and RADIAL. *Circulation*. 2019;140(15):1273-1284. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.119.041096
24. Benedetto U., Altman D.G., Gerry S., Gray A., Lees B., Pawlaczyk R., Flather M., Taggart D.P.; 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. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2016;152:270–276. doi:10.1016/j.jtcvs.2016.03.056
25. Lazar H.L. The risk of mediastinitis and deep sternal wound infections with single and bilateral, pedicled and skeletonized internal thoracic arteries. *Ann Cardiothorac Surg*. 2018;7(5):663-672. doi:10.21037/acs.2018.06.11.
26. Gaudino M., Audisio K., Rahouma M., Chadow D., Cancelli G., Soletti G.J., Gray A., Lees B., Gerry S., Benedetto U., Flather M., Taggart D.P.; ART Investigators. Comparison of Long-term Clinical Outcomes of Skeletonized vs Pedicled

- Internal Thoracic Artery Harvesting Techniques in the Arterial Revascularization Trial. *JAMA Cardiol.* 2021;6(12):1380-1386. doi:10.1001/jamacardio.2021.3866.
27. Gaudino M., Alexander J.H., Bakaeen F.G., Ballman K., Barili F., Calafiore A.M., Davierwala P., Goldman S., Kappetein P., Lorusso R., Mylotte D., Pagano D., Ruel M., Schwann T., Suma H., Taggart D.P., Tranbaugh R.F., Fremes S. Randomized comparison of the clinical outcome of single versus multiple arterial grafts: the ROMA trial-rationale and study protocol. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2017;52(6):1031-1040. doi:10.1093/ejcts/ezx358.
28. Muradov A.G., Grinshtein Yu.I., Drobot D.B., Miller A. Yu., Sakovich V.A. Short-term and long-term results of bимаммарный bypass surgery in patients with multivessel coronary disease and type 2 diabetes mellitus after propensity score matching. *Acta Biomedica Scientifica.* 2023;8(5):211-224. doi:10.29413/ABS.2023-8.5.23. (In Russian)
29. Hayashi Y., Maekawa A., Sawaki S., Ozeki T., Orii M., Saiga T., Kato R., Usui A., Ito T. Left-Sided Complete Revascularization With Bilateral Internal Thoracic Arteries in Patients With Diabetes. *Ann Thorac Surg.* 2019;107(6):1727-1735. doi: 10.1016/j.athoracsur.2018.12.023.
30. Masroor M., Fu X., Khan U.Z., Zhao Y. Effect of bilateral internal thoracic artery harvesting on deep sternal wound infection in diabetic patients: Review of literature. *Ann Med Surg (Lond).* 2021;66:102382. doi: 10.1016/j.amsu.2021.102382.
31. Wang C., Li P., Zhang F., Kong Q., Li J. Does Bilateral Internal Mammmary Artery Grafting Better Suit Patients With Diabetes? Two Different Ways to Explore Outcomes. *Circ J.* 2020;84(3):436-444. doi: 10.1253/circj.CJ-19-1050.
32. Stefil M., Dixon M., Benedetto U., Gaudino M., Lees B., Gray A., Gerry S., Taggart D., Flather M. Coronary artery bypass grafting using bilateral internal thoracic arteries in patients with diabetes and obesity: A systematic review and meta-analysis. *Int J Cardiol Heart Vasc.* 2023;47:101235. doi:10.1016/j.ijcha.2023.101235.
33. Chan P.G., Sultan I., Gleason T.G., Wang Y., Navid F., Thoma F., Kilic A. Contemporary outcomes of coronary artery bypass grafting in obese patients. *J Card Surg.* 2020;35(3):549-556. doi: 10.1111/jocs.14415.
34. Ravoux J.M., Guennaoui T., Mélot C., Schraeverus P. Bilateral Internal Mammmary Artery Bypass Grafting: Sternal Wound Infection in High-Risk Population. Should Sternal Infection Scare Us? *Open J Cardiovasc Surg.* 2018;10:1179065218789375. doi: 10.1177/1179065218789375.
35. Hegazy Y.Y., Hassanein W., Ennker J., Keshk N., Bauer S., Sodian R. The Use of Bilateral Internal Mammmary Artery Grafting in Different Degrees of Obesity. *Thorac Cardiovasc Surg.* 2017;65(4):278-285. doi:10.1055/s-0037-1598028
36. Pevni D., Neshar N., Kramer A., Paz Y., Farkash A., Ben-Gal Y. Does bilateral versus single thoracic artery grafting provide survival benefit in female patients? *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2019;28(6):860-867. doi: 10.1093/icvts/ivy367.
37. Pevni D., Kramer A., Farkash A., Ben-Gal Y. Is gender a risk factor for bilateral internal thoracic artery grafting? A twenty-year follow-up. *J Card Surg.* 2021;36(2):551-557. doi: 10.1111/jocs.15255.
38. Vrancic J.M., Navia D.O., Espinoza J.C., Piccinini F., Camporrotondo M., Benzadon M., Dorsa A. Is sex a risk factor for death in patients with bilateral internal thoracic artery grafts? *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2019;158(5):1345-1353.e1. doi: 10.1016/j.jtcvs.2019.01.025.
39. Sellers S.L., Holmes K.R., Leipsic J.A. Sex differences in cardiovascular medicine: Bilateral internal mammmary artery CABG. *Int J Cardiol.* 2019;288:53-54. doi: 10.1016/j.ijcard.2019.03.011.
40. Chaud G.J., Kalavrouziotis D., Dionne S., Guimaron S., Cervetti M.R., Babaki S., Mohammadi S. Should Bilateral Internal Thoracic Arteries be Used in Patients with Chronic Kidney Disease? *Semin Thorac Cardiovasc Surg.* 2023 Winter;35(4):656-663. doi:10.1053/j.semctvs.2022.07.006.
41. Farkash A., Gordon A., Mohr R., Sela O., Pevni D., Ziv-Baran T., Grupper A., Kfir J.E., Ben-Gal Y. Single versus bilateral internal thoracic artery grafting in patients with impaired renal function. *PLoS One.* 2024;19(2):e0297194. doi:10.1371/journal.pone.0297194.
42. Munakata H., Tajima K., Kato W., Tanaka K., Tokuda Y., Mutsuga M., Usui A. Bilateral versus single internal thoracic artery grafting in hemodialysis patients. *Gen Thorac Cardiovasc Surg.* 2020;68(8):768-773. doi:10.1007/s11748-019-01254-9.
43. Hachiro K., Kinoshita T., Suzuki T., Asai T. Bilateral internal thoracic artery grafting in haemodialysis patients with diabetic nephropathy. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2020;31(6):774-780. doi:10.1093/icvts/ivaa208.
44. Popovic B., Maureira P., Juilliere Y., Danchin N., Voilliot D., Vanhuysse F., Villemot J.P. Bilateral vs unilateral internal mammmary revascularization in patients with left ventricular dysfunction. *World J Cardiol.* 2017;9(4):339-346. doi:10.4330/wjc.v9.i4.339.
45. Farkash A., Pevni D., Mohr R., Kramer A., Ziv-Baran T., Paz Y., Neshar N., Ben-Gal Y. Single versus bilateral internal thoracic artery grafting in patients with low ejection fraction. *Medicine (Baltimore).* 2020;99(44):e22842. doi:10.1097/MD.00000000000022842.
46. Kainuma S., Toda K., Daimon T., Miyagawa S., Yoshikawa Y., Hata H., Yoshioka D., Kawamura T., Kawamura A., Kashiyama N., et al.; Osaka Cardiovascular Surgery Research (OSCAR) Group. Bilateral Internal Thoracic Artery Grafting Improves Survival for Severe Left Ventricular Dysfunction and Diabetes. *Circ J.* 2021;85(11):1991-2001. doi:10.1253/circj.CJ-20-0907.
47. Bonacchi M., Prifti E., Bugetti M., Cabrucci F., Cresci M., Lucá F., Parise O., Matteucci F., Sani G., Johnson D.M., Gelsomino S. In situ skeletonized bilateral thoracic artery for left coronary circulation: a 20-year experience. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2020;57(1):160-167. doi:10.1093/ejcts/ezz138.
48. Galimov N.M., Martirosyan A.K., Zhanov I.V., Uryuzhnikov V.V., Kiladze I.Z., Revishvili G.A., Shabalkin B.V., Perevertov V.A., Aleksandrova E.N. Short and long-term results of using bilateral internal mammmaryartery in elderly patients. *Creative Cardiology.* 2019; 13 (4): 328-38. doi:10.24022/1997-3187-2019-13-4-328-338. (In Russian)
49. Rubino A.S., Gatti G., Reichart D., Tauriainen T., De Feo M., Onorati F., Pappalardo A., Chocron S., Gulbins H., Dalén M., et al. Early Outcome of Bilateral Versus Single Internal Mammmary Artery Grafting in the Elderly. *Ann Thorac Surg.* 2018;105(6):1717-1723. doi:10.1016/j.athoracsur.2017.11.079.
50. Abreu A., Máximo J., Leite-Moreira A. Long-term survival of single versus bilateral internal mammmary artery grafting in patients under 70. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2022;35(4):ivac225. doi:10.1093/icvts/ivac225.

Для цитирования: Мурадов А.Г., Гринштейн Ю.И., Алишанов И.Т., Петров А.С., Дробот Д.Б., Сакович В.А. Бимаммарное коронарное шунтирование у коморбидных пациентов. Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. 2025;14(1): 76-90. DOI: 10.17802/2306-1278-2025-14-1-76-90

To cite: Muradov A.G., Grinshtein Yu.I., Alishanov I.T., Petrov A.S., Drobot D.B., Sakovich V.A. Bimammmary coronary bypass surgery in comorbid patients. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases.* 2025;14(1): 76-90. DOI: 10.17802/2306-1278-2025-14-1-76-90