



УДК 616.1

DOI 10.17802/2306-1278-2023-12-3-15-26

## БИМАММАРНОЕ КОРОНАРНОЕ ШУНТИРОВАНИЕ: ПЯТНАДЦАТИЛЕТНИЙ ОПЫТ

А.В. Фролов, Н.И. Загородников, Р.С. Тарасов, С.В. Иванов, Л.С. Барбараш

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», Сосновы́й бульвар, 6, Кемерово, Российская Федерация, 650002

### Основные положения

- Бимаммарное коронарное шунтирование представляет собой один из эффективных методов прямой реваскуляризации миокарда. Однако до сих пор результаты процедуры противоречивы, несмотря на мировую тенденцию применять большее количество аутоартериальных кондуитов.
- Настоящее исследование отражает более чем пятнадцатилетние результаты использования этого метода в хирургическом лечении ишемической болезни сердца. Выводы, полученные в ходе анализа, подтверждают необходимость активнее применять обе внутренние грудные артерии.

ОРИГИНАЛЬНЫЕ  
ИССЛЕДОВАНИЯ

|                           |   |
|---------------------------|---|
| <b>Цель</b>               | Оценить результаты бимаммарного коронарного шунтирования (БиМКШ) по данным более чем 15-летнего наблюдения.   |
| <b>Материалы и методы</b> | Обследованы 232 пациента, поступившие в кардиохирургическое отделение для проведения коронарного шунтирования (КШ). Все пациенты разделены на две группы в зависимости от использования одной или двух внутренних грудных артерий. В первую и вторую группы вошло равное количество больных – по 116 (50%) в каждой. Оценены результаты отдаленного (более 15 лет) послеоперационного периода.  |
| <b>Результаты</b>         | БиМКШ сопоставимо со стандартным КШ по таким серьезным неблагоприятным сердечно-сосудистым событиям, как повторная реваскуляризация миокарда, инсульт, а также по комбинированной конечной точке, представленной инфарктом миокарда, инсультом, повторной реваскуляризацией миокарда, смертью пациента или их сочетанием. Вместе с тем БиМКШ превосходит стандартное КШ в свободе от инфаркта миокарда, случаях смерти от любых причин, демонстрируя более высокую продолжительность жизни больных после операции ( $p = 0,011$ ), а также улучшает фракцию выброса левого желудочка и снижает функциональный класс стенокардии напряжения. Кроме этого, в настоящем исследовании установлено, что выраженность атеросклероза в коронарных артериях ниже после шунтирования аутоартериальными кондуитами, что, вероятно, связано с их коронаропротективным действием. |
| <b>Заключение</b>         | БиМКШ является безопасной процедурой, сравнимой с классическим КШ, однако демонстрирует более благоприятные отдаленные клинические и ангиографические результаты.   |
| <b>Ключевые слова</b>     | Отдаленный послеоперационный период • Бимаммарное коронарное шунтирование • Отдаленные результаты   |

Поступила в редакцию: 03.05.2023; поступила после доработки: 14.06.2023; принята к печати: 05.07.2023

## BILATERAL INTERNAL THORACIC ARTERY GRAFTING: FIFTEEN YEARS OF EXPERIENCE

A.V. Frolov, N.I. Zagorodnikov, R.S. Tarasov, S.V. Ivanov, L.S. Barbarash

Federal State Budgetary Institution “Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases”, 6, Sosnoviy blvd, Kemerovo, Russian Federation, 650002

### Highlights

- Bilateral internal thoracic artery (BITA) grafting is one of the most effective methods of direct

Для корреспонденции: Алексей Витальевич Фролов, [kjerne@yandex.ru](mailto:kjerne@yandex.ru); адрес: Сосновы́й бульвар, 6, Кемерово, Российская Федерация, 650002

Corresponding author: Aleksey V. Frolov, [kjerne@yandex.ru](mailto:kjerne@yandex.ru); address: 6, Sosnoviy blvd, Kemerovo, Russian Federation, 650002

myocardial revascularization. However, its results are still contradictory, despite the worldwide trend to use more autogenous arterial conduits.

- This study involves more than fifteen years of data in the use of BITA in Kuzbass in coronary artery disease surgery. The findings presented in the course of the analysis confirm the need to use both internal mammary arteries more actively.

|                   |   |
|-------------------|---|
| <b>Aim</b>        | To analyze long-term results of BITA grafting in terms of more than 15 years follow-up.   |
| <b>Methods</b>    | The study included 232 patients who were admitted at the Cardiac Surgery Department for coronary artery bypass grafting (CABG). All patients were divided into 2 groups depending on usage of single or bilateral internal thoracic artery conduits. Both groups included an equal number of patients 116 (50%). Long-term results were assessed in terms of more than 15 years follow-up.  |
| <b>Results</b>    | BITA grafting is comparable with CABG in such major adverse cardiac and cerebrovascular events as repeated myocardial revascularization, stroke, and in combined endpoint such as myocardial infarction (MI), stroke, repeated myocardial revascularization, or patient's death within 15 years. However, the BITA group is superior to the CABG group in freedom from MI, all-cause deaths, showing a higher life expectancy after surgery ( $p = 0.011$ ), and improved left ventricular ejection fraction and decreased functional class of angina. Moreover, in the present research it was confirmed that the severity of atherosclerosis in the coronary arteries is lower after bypassing with autogenous arterial conduits. |
| <b>Conclusion</b> | BITA is safe procedure comparable with CABG, however, it has more advantageous long-term clinical and angiographic results.   |
| <b>Keywords</b>   | Long-term follow-up • Bilateral internal thoracic artery grafting • Outcome   |

*Received: 03.05.2023; received in revised form: 14.06.2023; accepted: 05.07.2023*

### Список сокращений

|       |                                       |     |                      |
|-------|---------------------------------------|-----|----------------------|
| АКШ   | – аортокоронарное шунтирование        | ВТК | – ветвь тупого края  |
| БиМКШ | – бимаммарное коронарное шунтирование | ИМ  | – инфаркт миокарда   |
| БПВ   | – большая подкожная вена              | КА  | – коронарная артерия |
| ВГА   | – внутренняя грудная артерия          |     |                      |

### Введение

В настоящее время бимаммарное коронарное шунтирование (БиМКШ) успешно применяют во многих сердечно-сосудистых центрах по всему миру, причем как при стандартных хирургических, так и малоинвазивных вмешательствах [1]. Доказано, что использование БиМКШ в варианте anaortic technique уменьшает количество инсультов в послеоперационном периоде [2], кроме этого, внутренние грудные артерии (ВГА) в качестве кондуитов обладают особым защитным действием в отношении коронарных артерий (КА), что, как предполагается в рамках недавно предложенной концепции морфофункциональной системы конduit-артерии, может улучшать перфузию самого миокарда, отражая общее кардиопротективное воздействие [3–5]. Согласно крупному проспективному рандомизированному исследованию ART (Arterial Revascularization Trial), результаты которого опубликованы D. Taggart и коллегами в 2019 г., КШ с использованием двух ВГА демонстрировало

сопоставимые результаты с КШ, при котором применяли одну ВГА, в отношении случаев смерти от любой причины в сроки до 10 лет [6]. Однако также в литературе представлены результаты, свидетельствующие о превосходстве БиМКШ над стандартным подходом: в частности, это работы под руководством W. Shi (2015), J. De Simone (2018), T. Schwann, 2018 и Z. Samadashvili (2019) [7]. Несмотря на преимущества БиМКШ, частота использования данной техники сохраняется невысокой. Так, в США показатель составляет 4,1% всех проводимых КШ, в Европе – 12%, в Австралии – 12,6%, в Японии – 30%, а в России – 11,4% [8, 9]. Среди факторов, ограничивающих применение обеих ВГА, в первую очередь принято выделять сахарный диабет, ожирение, хроническую обструктивную болезнь легких, женский пол и возраст, которые главным образом связаны с возможными раневыми осложнениями [10]. Неоднозначность результатов и продолжающиеся дискуссии в отношении безопасности и эффективности БиМКШ

способствовали анализу собственного 15-летнего опыта выполнения данного вмешательства.

**Цель исследования** – оценить отдаленные (более 15 лет) результаты применения технологии бимаммарного коронарного шунтирования.

### Материалы и методы

В одноцентровое обсервационное ретроспективное и контролируемое исследование вошли 232 пациента, которым проведено КШ двумя основными хирургическими бригадами НИИ КПССЗ в период с февраля 2004 г. по декабрь 2006 г. с использованием технологии БиМКШ, а также стандартного КШ с применением одной ВГА в сочетании с другими кондуктами в виде аутовены или аутоартерии. В группу БиМКШ методом сплошной выборки были включены все доступные для анализа пациенты из числа тех, чья медицинская документация на момент проведения оперативного вмешательства в полном объеме была найдена в архиве учреждения за указанный ранее период. Контрольная группа, или группа аортокоронарного шунтирования (АКШ), сформирована методом копи-пар, то есть с помощью уравнивания выборок в виде парных сочетаний или подбора для каждого больного с БиМКШ парного пациента из числа оперированных по технологии АКШ по основным клинико-anamнестическим показателям. Таким образом, все больные в зависимости

от хирургической технологии разделены на две группы. В первую группу (БиМКШ) включены 116 (50%) пациентов, которым выполнено КШ с изолированным использованием обеих ВГА либо их сочетание с другими кондуктами в виде фрагментов большой подкожной вены (БПВ) и/или лучевой артерии. Во вторую группу (АКШ) вошло такое же количество больных – 116 (50%), а шунтирование проведено с применением только одной ВГА и в сочетании с аутовеной или аутоартерией. Все 348 ВГА в обеих группах использованы как шунты *in situ*. Средний период наблюдения составил  $15,7 \pm 0,67$  (от 15 до 17) года. Средний показатель по шкале EuroScore II зарегистрирован на уровне 1,1 [0,75; 1,48] (от 0,50 до 11,74) балла, статистически значимых различий между группами не обнаружено.

Обе группы больных были сопоставимы по основным дооперационным клинико-anamнестическим и некоторым инструментальным показателям (табл. 1). Однако пациенты группы БиМКШ чаще имели такие факторы риска развития и прогрессирования атеросклероза, как артериальная гипертензия – 114 (98,27%) против 98 (84,48%) случаев ( $p < 0,05$ ), курение – 47 (40,51%) против 27 (23,27%) случаев ( $p < 0,05$ ), а также отягощенную наследственность – 39 (33,62%) против 9 (7,75%) случаев ( $p < 0,05$ ) (табл. 2).

По данным предоперационной коронарной

**Таблица 1.** Основные клинико-anamнестические и инструментальные характеристики исследуемых больных  
**Table 1.** Main clinical, anamnestic and instrumental characteristics in both groups

| Показатель / Parameter   | БиМКШ / BITA,<br>n = 116 (50%) | АКШ / CABG,<br>n = 116 (50%) | P     |
|--|--------------------------------|------------------------------|-------|
| Средний возраст, лет / Mean age, years, Me [25%; 75%]  | 53 [49; 56,75]                 | 53 [49; 59]                  | 0,211 |
| Мужчины / Men, n (%)   | 109 (93,96)                    | 109 (93,96)                  | 1,000 |
| Женщины / Women, n (%)   | 7 (6,03)                       | 7 (6,03)                     | 1,000 |
| ФК стенокардии / Angina class, Me [25%; 75%]   | 3 [3; 3,75]                    | 3 [3; 3]                     | 0,131 |
| Нестабильная стенокардия и течение подострого ИМ / Unstable angina and subacute MI, n (%)                                  | 13 (11,2)                      | 12 (10,34)                   | 0,999 |
| Постинфарктный кардиосклероз / Post-infarction cardiosclerosis, n (%)  | 93 (80,17)                     | 99 (85,34)                   | 0,384 |
| ЧКВ / PCI, n (%)   | 3 (2,58)                       | 9 (7,75)                     | 0,135 |
| Острое нарушение мозгового кровообращения / Stroke, n (%)  | 6 (5,17)                       | 8 (6,89)                     | 0,783 |
| Каротидная эндартерэктомия / Carotid endarterectomy, n (%)   | 4 (3,44)                       | 4 (3,44)                     | 1,000 |
| Реконструктивные операции на артериях нижних конечностей / Reconstructive surgery on the lower extremities arteries, n (%) | 1 (0,86)                       | 0 (0,00)                     | 0,999 |
| Фибрилляция предсердий / Atrial fibrillation, n (%)  | 4 (3,44)                       | 6 (5,17)                     | 0,748 |
| ФК ХСН / Heart failure NYHA class, Me [25%; 75%]   | 2 [2; 2]                       | 2 [2; 2]                     | 0,765 |
| ФВ ЛЖ / Left ventricle ejection fraction, %, Me [25%; 75%]   | 62 [52; 67]                    | 60 [52; 65]                  | 0,099 |
| ХОБЛ / COPD, n (%)   | 7 (6,03)                       | 11 (9,48)                    | 0,462 |
| Варикозное расширение вен нижних конечностей / Varicose veins, n (%)   | 6 (5,17)                       | 8 (6,89)                     | 0,783 |

**Примечание:** АКШ – аортокоронарное шунтирование; БиМКШ – бимаммарное коронарное шунтирование; ИМ – инфаркт миокарда; ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка; ФК – функциональный класс; ХОБЛ – хроническая обструктивная болезнь легких; ХСН – хроническая сердечная недостаточность; ЧКВ – чрескожное коронарное вмешательство.

**Note:** AF – atrial fibrillation; BITA – bilateral internal thoracic artery grafting, CABG – coronary artery bypass grafting; COPD – chronic obstructive pulmonary disease; HF – heart failure; LVEF – left ventricle ejection fraction; MI – myocardial infarction; NYHA – New-York Heart Association; PCI – percutaneous coronary intervention.

ангиографии оценена встречаемость окклюзионно-стенотического поражения для основных КА. Различия получены только в бассейне ветви тупого края (ВТК), поражение которой чаще зарегистрировано в группе АКШ (67 (57,75%) против 50 (43,1%) случаев,  $p < 0,05$ ), а также в бассейне диагональной ветви, чаще пораженной в группе БиМКШ (45 (38,79%) против 29 (25%) случаев,  $p < 0,05$ ). Вместе с тем группы были сопоставимы по шкале SYNTAX, которая отражала исходную тяжесть поражения коронарного русла (табл. 3).

Количество вмешательств в группах, проводимых по технологии on-pump, off-pump и off-clamp, достоверно не различалось. Время искусственного кровообращения и пережатия аорты также оказалось равным, однако продолжительность операции была выше в группе БиМКШ (335 [320; 380] против 250 [238; 420] мин,  $p < 0,05$ ). Частота встречаемости секвенциального анастомоза, коррекции

аневризмы левого желудочка, поражений клапанов сердца, применения внутриаортального баллонного контрпульсатора, а также объем кровопотери у пациентов после БиМКШ и АКШ были сопоставимы. Индекс реваскуляризации при этом был выше в группе БиМКШ (3 [3; 4] против 3 [3; 3],  $p < 0,05$ ), несмотря на то что Y-образный графт встречался достоверно чаще в группе контроля (27 (23,27%) против 7 (6,03%) случаев,  $p < 0,05$ ) (табл. 4).

Наряду с главной целью исследования в госпитальном периоде группы также оценены по таким осложнениям, как желудочно-кишечные кровотечения, острый панкреатит, перитонит, госпитальная пневмония, проявления острой сердечно-сосудистой, дыхательной и почечной недостаточности, синдрома полиорганной недостаточности, инфаркт миокарда (ИМ), повторная реваскуляризация миокарда, инсульт, кардиоваскулярная смерть и раневые осложнения.

В отдаленном послеоперационном периоде группы проанализированы по таким первичным конечным точкам, как ИМ, повторная реваскуляризация миокарда в виде чрескожного коронарного вмешательства и повторного АКШ, инсульт и смерть от любых причин. Последнюю конечную точку трактовали именно так ввиду отсутствия точных данных о некоторых больных в период их наблюдения. На основе этого мы также оценивали комбинированную конечную точку, а в качестве вторичных или суррогатных рассматривали увеличение или уменьшение фракции выброса левого

**Таблица 2.** Факторы риска развития и прогрессирования атеросклероза в исследуемых группах

**Table 2.** Risk factors of atherosclerosis development and progression in patients of both groups

| Показатель / Parameter                                     | БиМКШ / BITA, n = 116 (50%) | АКШ / CABG, n = 116 (50%) | P     |
|--|-----------------------------|---------------------------|-------|
| Артериальная гипертензия / Arterial hypertension, n (%)    | 114 (98,27)                 | 98 (84,48)                | 0,000 |
| Сахарный диабет / Diabetes, n (%)                          | 13 (11,2)                   | 16 (13,79)                | 0,691 |
| Избыточная масса тела / Overweight, n (%)                  | 85 (73,27)                  | 79 (68,1)                 | 0,470 |
| Индекс массы тела / Body mass index, M $\pm$ SD            | 28,1 $\pm$ 3,63             | 28,25 $\pm$ 3,75          | 0,760 |
| Курение / Smokers, n (%)                                   | 47 (40,51)                  | 27 (23,27)                | 0,007 |
| Отягощенная наследственность / Complicated heredity, n (%) | 39 (33,62)                  | 9 (7,75)                  | 0,000 |
| Дислипидемия / Dyslipidemia, n (%)                         | 22 (18,96)                  | 29 (25)                   | 0,520 |

**Примечание:** АКШ – аортокоронарное шунтирование; БиМКШ – бимаммарное коронарное шунтирование.

**Note:** CABG – coronary artery bypass grafting; BITA – bilateral internal thoracic artery grafting.

**Таблица 3.** Частота встречаемости поражения коронарных артерий и оценка по шкале SYNTAX по данным предоперационной коронарной ангиографии в исследуемых группах

**Table 3.** Average percentage of total coronary artery stenosis and SYNTAX score according to preoperative coronary angiography data in both groups

| Показатель / Parameter  | БиМКШ / BITA, n = 116 (50%) | АКШ / CABG, n = 116 (50%) | P     |
|---|-----------------------------|---------------------------|-------|
| Ствол ЛКА / LCA trunk, n (%)                                    | 18 (15,51)                  | 20 (17,24)                | 0,859 |
| Передняя нисходящая артерия / Anterior descending artery, n (%) | 114 (98,27)                 | 110 (94,82)               | 0,280 |
| Диагональная ветвь / Diagonal branch, n (%)                     | 45 (38,79)                  | 29 (25)                   | 0,034 |
| Огибающая артерия / Circumflex artery, n (%)                    | 62 (53,44)                  | 57 (49,13)                | 0,599 |
| Ветвь тупого края / Obtuse marginal artery, n (%)               | 50 (43,1)                   | 67 (57,75)                | 0,035 |
| Интермедиарная артерия / Intermediate artery, n (%)             | 15 (12,93)                  | 7 (6,03)                  | 0,115 |
| Правая коронарная артерия / Right coronary artery, n (%)        | 101 (87,06)                 | 99 (85,34)                | 0,849 |
| SYNTAX, баллы / score, Me [25%; 75%]                            | 27,25 [21,63; 34,88]        | 27,75 [22; 33,88]         | 0,989 |

**Примечание:** АКШ – аортокоронарное шунтирование; БиМКШ – бимаммарное коронарное шунтирование; ЛКА – левая коронарная артерия.

**Note:** CABG – coronary artery bypass grafting; LCA – left coronary artery; BITA – bilateral internal thoracic artery grafting.

желудочка и функционального класса стенокардии напряжения. Данные получали путем анализа медицинской документации, осуществления телефонных звонков и подробной беседы с пациентами или их родственниками, а также из официальных обращений в Федеральную миграционную службу по Кемеровской области.

Кроме этого, части пациентов – 102 человека (44% общей выборки) – проведена коронарная ангиошунтография как в экстренном, в связи с острыми коронарными событиями, так и плановом порядке, в средние сроки наблюдения 10,2±2,99 (от 4 до 17) года. При этом 49 (48%) больным исследование выполнено после БиМКШ, 53 (52%) – после АКШ. Изучены ангиограммы с применением визуального анализа, а также шкал SYNTAX и GensiniScore. Последняя позволила исследовать тяжесть атеросклеротического поражения КА на основе учета степени стеноза, локализации и наличия коллатералей [11].

### Статистический анализ

Формирование базы данных проведено в Microsoft Excel 2016 (Microsoft, США). Статистическая обработка материала осуществлена с использованием пакетов статистических программ Statistica версии 10.0.1011.0 (StatSoft, США) и GraphPad Prism версии 8.0.2 (GraphPad Software, США). Количественные данные проверяли на нормальность распределения методом одновыборочного критерия типа Колмогорова – Смирнова. Если при его расчете получали  $p \leq 0,05$ , гипотезу о нормальности распределения отвергали. Для выяв-

ления статистических различий нормально распределенных данных двух независимых выборок применяли параметрическую статистику в виде t-критерия Стьюдента. В случае отличного от нормального распределения для выявления статистических различий двух независимых выборок использовали непараметрическую статистику в виде U-критерия Манна – Уитни, при пограничном значении  $p$  анализ дополняли применением двухвыборочного критерия типа Колмогорова – Смирнова; при сравнении двух зависимых выборок применяли t-критерий знаковых рангов Уилкоксона. Для анализа различий качественных (бинарных) данных использовали  $\chi^2$  критерий согласия Пирсона с поправкой Йетса, в случае ожидаемых значений в четырехпольной таблице 10 и менее – точный тест Фишера. При анализе различий качественных (порядковых) данных использовали U-критерий Манна – Уитни. Количественные данные представляли в формате  $M \pm SD$ , где  $M$  (mean) – среднее значение (степенная средняя величина),  $SD$  (standard deviation) – стандартное отклонение, а также в виде  $Me [25\%, 75\%]$  в случае распределения, отличного от нормального, где  $Me$  (median) – медиана (структурная средняя величина),  $[25\%; 75\%]$  – интерквартильный размах (квартиль  $Q1 = 25$ -й перцентиль, квартиль  $Q3 = 75$ -й перцентиль); качественные (бинарные) – в виде процентного отношения  $n$  (%). Кроме этого, построены кривые выживаемости по методу множительной оценки Каплана – Майера. Вероятность ошибки первого рода принимали за 5%. Различия между группами признавали статистически значимыми при  $p \leq 0,05$ .

**Таблица 4.** Интраоперационные показатели в исследуемых группах  
**Table 4.** Intraoperative indicators in both groups

| Показатель / Parameter  | БиМКШ / BITA,<br>n = 116 (50%) | АКШ / CABG,<br>n = 116 (50%) | P     |
|---|--------------------------------|------------------------------|-------|
| Искусственное кровообращение / Extracorporeal circulation, n (%)            | 99 (85,34)                     | 106 (91,37)                  | 0,218 |
| На работающем сердце / Off-pump, n (%)                                      | 16 (13,79)                     | 9 (7,75)                     | 0,203 |
| ИК на работающем сердце / Off-clamp, n (%)                                  | 1 (0,86)                       | 1 (0,86)                     | 1,000 |
| Время ИК, мин / EC time, min, Me [25%; 75%]                                 | 105,5 [85; 130]                | 103 [85,5; 120]              | 0,363 |
| Время пережатия аорты, мин / Aortic compression time, min, Me [25%; 75%]    | 71,5 [55; 91,75]               | 70 [56; 88,25]               | 0,472 |
| Продолжительность операции, мин / Duration of operation, min, Me [25%; 75%] | 335 [320; 380]                 | 250 [238; 420]               | 0,000 |
| Количество кардиоплегий / The number of cardioplegias, Me [25%; 75%]        | 2 [2; 3]                       | 2 [2; 3]                     | 0,221 |
| Y-образный графт / Y-shaped graft, n (%)                                    | 7 (6,03)                       | 27 (23,27)                   | 0,000 |
| Секвенциальный анастомоз / Sequential anastomosis, n (%)                    | 1 (0,86)                       | 4 (3,44)                     | 0,369 |
| Коррекция аневризмы ЛЖ / LV aneurysm repair, n (%)                          | 10 (8,62)                      | 16 (13,79)                   | 0,298 |
| Коррекция поражений клапанов сердца / Heart valves surgery, n (%)           | 2 (1,72)                       | 2 (1,72)                     | 1,000 |
| ВАБК / IABP, n (%)  | 4 (3,44)                       | 1 (0,86)                     | 0,369 |
| Кровопотеря, мл / Blood loss, mL, Me [25%; 75%]                             | 600 [500; 800]                 | 500 [500; 700]               | 0,148 |
| Индекс реваскуляризации / Revascularization index, n, Me [25%; 75%]         | 3 [3; 4]                       | 3 [3; 3]                     | 0,022 |

**Примечание:** АКШ – аортокоронарное шунтирование; БиМКШ – бимаммарное коронарное шунтирование; ВАБК – внутриаортальный баллонный контрпульсатор; ЛЖ – левый желудочек.

**Note:** CABG – coronary artery bypass grafting; IABP – intra-aortic balloon counterpulsation; LV – left ventricular; BITA – bilateral internal thoracic artery grafting.

## Результаты

В госпитальном периоде у пациентов сравниваемых групп отмечены схожие показатели ранних послеоперационных осложнений. Такие значимые сердечно-сосудистые события, как инсульт, повторная реваскуляризация миокарда, ИМ и кардиоваскулярная смерть, наряду с раневыми осложнениями, а также осложнениями со стороны других органов и систем, встречались с одинаковой частотой в обеих группах, с учетом равнозначности двух хирургических технологий в этот период (табл. 5).

В отдаленном периоде наблюдения обнаружен ряд существенных статистически значимых различий в группах – как в отношении шунтируемого коронарного русла, так и результатов оперативного лечения.

Исходно группы были сопоставимы как по шкале SYNTAX ( $27,5 \pm 7,63$  против  $29,63 \pm 10,55$  балла,  $p = 0,248$ ), так и по шкале GensiniScore (72 [43,5; 99,5] против 64 [44; 106] баллов,  $p = 0,884$ ). В отдаленном периоде средний показатель по шкале SYNTAX составил 4 [0; 48] (от 0 до 48) балла, по шкале GensiniScore –  $157,2 \pm 67,05$  (от 44 до 347) балла. Комбинированный показатель дисфункции шунтов в виде их стеноза и окклюзии был также сходным в группах, как и среднее число дисфункций (45 в первой, 49 во второй). Кроме этого, выраженность атеросклеротического поражения, как самих шунтов, шунтируемых КА, так и всех КА, по шкалам GensiniScore и SYNTAX в отдаленном периоде также была сопоставима среди пациен-

тов, перенесших БиМКШ и АКШ. Однако в ходе дополнительного сравнительного анализа с использованием шкалы GensiniScore атеросклеротического поражения шунтированных КА одной и той же локализации функционирующими аутоартериальными (ВГА) или аутовенозными (БПВ) кондуктами (система «конduit-артерия») установлено, что оно менее выражено в бассейне ВТК среди пациентов группы БиМКШ, где в качестве шунтов применяли ВГА (4 [0; 17] против 32 [2; 32] баллов,  $p < 0,05$ ). При этом прирост в процентном соотношении относительно изначальной степени поражения (12 [4; 16] против 8 [4; 26],  $p = 0,947$ ) составил для ВГА – ВТК 21,05%, для БПВ – ВТК – 102,87%. При оценке динамики нарастания поражения до и после операции в бассейне ВТК также установлено, что оно не различалось для зависимых групп в случае использования ВГА и было достоверно выше после шунтирования ВТК БПВ (ВТК (БиМКШ) против ВГА-ВТК (БиМКШ),  $p = 0,125$  / ВТК (АКШ) против БПВ-ВТК (БиМКШ),  $p = 0,0002$ ). По правой коронарной артерии группы не различались. Такие КА, как диагональная ветвь, огибающая артерия, задняя межжелудочковая артерия и заднебоковая ветвь, были статистически нерепрезентативны, а поэтому не вошли в указанный анализ. Кроме этого, передняя нисходящая артерия также не изучена в силу того, что абсолютное большинство этих КА шунтировано ВГА в обеих группах (табл. 6 и рис. 1).

Ввиду объективных причин и длительного периода наблюдения (в раннем послеоперационном

**Таблица 5.** Ранние послеоперационные показатели и осложнения в исследуемых группах  
**Table 5.** Early postoperative indicators and complications in both groups

| Показатель / Parameter   | БиМКШ / ВГА,<br>n = 116 (50%) | АКШ / CABG,<br>n = 116 (50%) | P     |
|--|-------------------------------|------------------------------|-------|
| Желудочно-кишечные кровотечения / Gastrointestinal bleeding, n (%)                 | 5 (4,31)                      | 2 (1,72)                     | 0,445 |
| Панкреатит / Pancreatitis, n (%)   | 1 (0,86)                      | 0                            | 0,999 |
| Перитонит / Peritonitis, n (%)   | 1 (0,86)                      | 1 (0,86)                     | 1,000 |
| Пневмония / Pneumonia, n (%)   | 27 (23,27)                    | 32 (27,58)                   | 0,546 |
| Сердечная недостаточность / Heart failure, n (%)                                   | 12 (10,34)                    | 7 (6,03)                     | 0,338 |
| Дыхательная недостаточность / Respiratory insufficiency, n (%)                     | 5 (4,31)                      | 4 (3,44)                     | 0,999 |
| Почечная недостаточность / Renal failure, n (%)                                    | 3 (2,58)                      | 3 (2,58)                     | 1,000 |
| СПОН / MOFS, n (%)   | 6 (5,17)                      | 2 (1,72)                     | 0,280 |
| Инфаркт миокарда / Myocardial infarction, n (%)                                    | 3 (2,58)                      | 3 (2,58)                     | 1,000 |
| Инсульт / Stroke, n (%)  | 2 (1,72)                      | 1 (0,86)                     | 0,999 |
| Повторная реваскуляризация миокарда / Repeated myocardial revascularisation, n (%) | 0                             | 0                            | 0     |
| Кардиоваскулярная смерть / Cardiovascular death, n (%)                             | 4 (3,44)                      | 4 (3,44)                     | 1,000 |
| Комбинированная конечная точка / Combined end point, n (%)                         | 6 (5,17)                      | 6 (5,17)                     | 1,000 |
| Раневые осложнения / Wound complications, n (%)                                    | 13 (11,2)                     | 8 (6,89)                     | 0,360 |

**Примечание:** АКШ – аортокоронарное шунтирование; БиМКШ – бимаммарное коронарное шунтирование; СПОН – синдром полиорганной недостаточности.

**Note:** CABG – coronary artery bypass grafting; MOFS – multiple organ failure syndrome; ВГА – bilateral internal thoracic artery grafting.

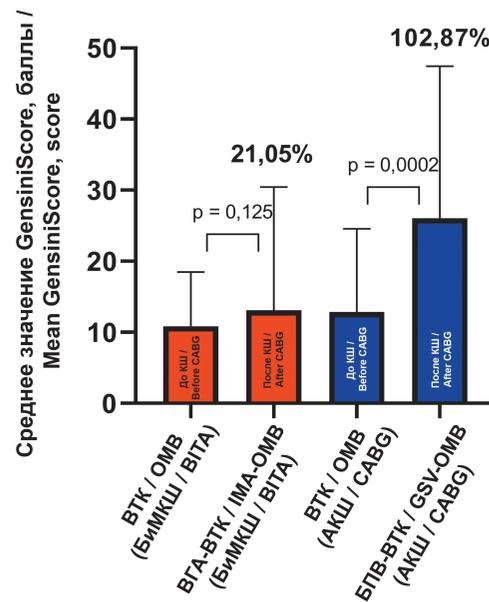
периоде 8 пациентов имели летальный исход, в последующем у 61 отсутствовали необходимые данные относительно конечных точек, а об 11 не было доступной информации) общая численность выборки редуцирована до 152 больных (78 (51,3%) в первой и 74 (48,7%) во второй группах). Таким образом, охват группы БиМКШ составил 67,2%, АКШ – 64%, а всех больных – 65,52%.

Лекарственная терапия в отдаленном периоде включала такие препараты, как антиагреганты,  $\beta$ -адреноблокаторы, ингибиторы ангиотензин-превращающего фермента, антагонисты рецепторов ангиотензина-II, антагонисты кальциевых каналов, статины, антиаритмики, нитраты, различные диуретики и антикоагулянты. Достоверных различий между группами не выявлено (табл. 7).

При оценке некоторых показателей и конечных точек в отдаленном послеоперационном периоде выявлено, что пациенты группы АКШ достоверно чаще оперированы по поводу атеросклеротического поражения сонных артерий (14 (18,91%) против 5 (6,41%) случаев,  $p < 0,05$ ), чаще имели ИМ (19 (25,67%) против 7 (8,97%) случаев,  $p < 0,05$ ), а также умирали от любых причин (26 (34,66%) против 14 (17,94%) случаев,  $p < 0,05$ ). Кроме этого, больные группы БиМКШ сохраняли более высокую фракцию выброса левого желудочка (55 [49; 60,25] против 50 [34,5; 57] %,  $p < 0,05$ ) и более низкий функциональный класс стенокардии напряжения (1 [0; 2] против 2 [1; 2],  $p < 0,05$ ) (табл. 8).

Исходя из показателей летальности, а также на основании времени дожития до наступления неблагоприятного события в отдаленном послеоперационном периоде построены графические кривые выживаемости, которые наглядно показывают, что первичная конечная точка в виде смер-

ти от любых причин достоверно реже отмечена в группе БиМКШ в сравнении с группой АКШ. При этом количество выживших пациентов от всех исследуемых в отдаленном послеоперационном периоде составило 112 (73,9%), из них в первой группе – 64 (82,06%), во второй – 48 (65,34%) ( $p = 0,011$ ) (рис. 2).



**Рисунок 1.** Процент прироста атеросклеротического поражения в системе «функционирующий шунт – ветвь тупого края»

**Примечание:** АКШ – аортокоронарное шунтирование; БиМКШ – бимаммарное коронарное шунтирование; БПВ – большая подкожная вена; ВТА – внутренняя грудная артерия; ВТК – ветви тупого края.

**Figure 1.** Percentage of increase in atherosclerotic lesions in the system “functioning graft – obtuse marginal branch”

**Note:** CABG – coronary artery bypass grafting; GSV – great saphenous vein; IMA – internal mammary artery; OMB – obtuse marginal branch; BITA – bilateral internal thoracic artery grafting.

**Таблица 6.** Данные коронарной ангиошунтографии в отдаленном периоде в зависимости от вида хирургической технологии  
**Table 6.** Coronary shuntography data in the long-term period depending on the type of surgical technique

| Показатель / Parameter   | БиМКШ / ВТА,<br>n = 49 (48%) | АКШ / САВГ,<br>n = 53 (52%) | P     |
|--|------------------------------|-----------------------------|-------|
| Комбинированный показатель дисфункции шунтов / Combined measure of graft dysfunction, n (%)                      | 31 (63,26)                   | 34 (64,15)                  | 0,909 |
| Среднее число дисфункций шунтов / Mean graft dysfunction, Me [25%; 75%]  | 1 [0; 1,5]                   | 1 [0; 1]                    | 0,999 |
| GensiniScore для всех шунтов / GensiniScore for all grafts, баллы / score, Me [25%; 75%]                         | 32 [0; 48]                   | 32 [0; 32]                  | 0,772 |
| GensiniScore для шунтируемых КА, баллы / GensiniScore for bypassed coronary arteries, score, Me [25%; 75%]       | 120 [89; 199]                | 146 [112,5; 194]            | 0,211 |
| GensiniScore для всех КА, баллы / GensiniScore for all coronary arteries, score                                  | 147,2±67,01                  | 166,4±66,37                 | 0,148 |
| SYNTAX поздний, баллы / late SYNTAX, score, Me [25%; 75%]  | 4 [0; 12]                    | 4 [0; 14,75]                | 0,545 |
| GensiniScore для шунтируемой ВТК (конduit-артерия) / GensiniScore for bypassed OMB, баллы / score, Me [25%; 75%] | 4 [0; 17]                    | 32 [2; 32]                  | 0,027 |
| GensiniScore для шунтируемой ПКА (конduit-артерия) / GensiniScore for bypassed RCA, баллы / score, Me [25%; 75%] | 36 [16; 64]                  | 40 [32; 64]                 | 0,588 |

**Примечание:** АКШ – аортокоронарное шунтирование; БиМКШ – бимаммарное коронарное шунтирование; ВТК – ветви тупого края; КА – коронарные артерии; ПКА – правая коронарная артерия.

**Note:** CABG – coronary artery bypass grafting; OMB – obtuse marginal branch; RCA – right coronary artery; BITA – bilateral internal thoracic artery grafting.

**Таблица 7.** Лекарственная терапия в зависимости от вида хирургической технологии  
**Table 7.** Current medicinal therapy depending on the type of surgical technique

| Показатель / Parameter  | БиМКШ / BITA,<br>n = 78 (51,3%) | АКШ / CABG,<br>n = 74 (48,7%) | P     |
|---|---------------------------------|-------------------------------|-------|
| Ацетилсалициловая кислота / Aspirin, n (%)  | 60 (76,92)                      | 48 (64,86)                    | 0,144 |
| Клопидогрел / Clopidogrel, n (%)  | 5 (6,41)                        | 7 (9,45)                      | 0,556 |
| Варфарин / Warfarin, n (%)  | 1 (1,28)                        | 4 (5,4)                       | 0,200 |
| Дабигатран / Dabigatran, n (%)  | 3 (3,84)                        | 3 (4,05)                      | 0,999 |
| Ривароксабан / Rivaroxaban, n (%)   | 2 (2,56)                        | 5 (6,75)                      | 0,266 |
| Апиксабан / Apixaban, n (%)   | 3 (3,84)                        | 2 (2,7)                       | 0,999 |
| $\beta$ -адреноблокаторы / $\beta$ -blockers, n (%)   | 56 (71,79)                      | 51 (68,91)                    | 0,833 |
| Ингибиторы ангиотензин-превращающего фермента / Angiotensin-converting enzyme inhibitors, n (%) | 25 (32,05)                      | 29 (39,18)                    | 0,453 |
| Антагонисты рецепторов ангиотензина II / Angiotensin-II receptor antagonists, n (%)             | 15 (19,23)                      | 9 (12,16)                     | 0,270 |
| Антагонисты кальциевых каналов / Calcium channel antagonists, n (%)                             | 5 (6,41)                        | 4 (5,4)                       | 0,999 |
| Калийсберегающие диуретики / Potassium sparing diuretics, n (%)                                 | 1 (1,28)                        | 1 (1,35)                      | 0,999 |
| Петлевые и другие диуретики / Loop diuretics and other diuretics, n (%)                         | 3 (3,84)                        | 3 (4,05)                      | 0,999 |
| Статины / Statins, n (%)  | 56 (71,79)                      | 55 (74,32)                    | 0,866 |
| Амиодарон / Amiodarone, n (%)   | 2 (2,56)                        | 0                             | 0,497 |
| Соталол / Sotalol, n (%)  | 1 (1,28)                        | 0                             | 0,999 |
| Нитраты / Nitrates, n (%)   | 1 (1,28)                        | 1 (1,35)                      | 0,999 |

**Примечание:** АКШ – аортокоронарное шунтирование; БиМКШ – бимаммарное коронарное шунтирование.  
**Note:** CABG – coronary artery bypass grafting; BITA – bilateral internal thoracic artery grafting.

**Таблица 8.** Послеоперационные показатели и осложнения в отдаленном периоде в зависимости от вида хирургической технологии  
**Table 8.** Postoperative indicators and long-term complications depending on the type of surgical technique

| Показатель / Parameter  | БиМКШ / BITA,<br>n = 78 (51,3%) | АКШ / CABG,<br>n = 74 (48,7%) | P     |
|---|---------------------------------|-------------------------------|-------|
| Каротидная эндартерэктомия / Carotid endarterectomy, n (%)  | 5 (6,41)                        | 14 (18,91)                    | 0,026 |
| Стентирование сонных артерий / Carotid stenting, n (%)  | 2 (2,56)                        | 2 (2,7)                       | 0,999 |
| Сонно-подключичное шунтирование / Carotid subclavian bypass, n (%)  | 1 (1,28)                        | 0                             | 0,999 |
| Реконструктивные операции на АНК / Reconstructive surgery on the arteries of the lower extremities, n (%) | 7 (8,97)                        | 4 (5,4)                       | 0,535 |
| Протезирование брюшного отдела аорты / Abdominal aortic prosthesis, n (%)                                 | 1 (1,28)                        | 0                             | 0,999 |
| Стентирование АНК / Lower limb artery stenting, n (%)   | 1 (1,28)                        | 0                             | 0,999 |
| Протезирование клапана сердца / Heart valve replacement, n (%)  | 1 (1,28)                        | 0                             | 0,999 |
| Повторное АКШ / Repeated CABG, n (%)  | 0                               | 1 (1,35)                      | 0,486 |
| Ортопическая трансплантация сердца / Heart transplant, n (%)  | 0                               | 2 (2,7)                       | 0,235 |
| Раневые осложнения / Wound complications, n (%)   | 4 (5,12)                        | 4 (5,4)                       | 0,999 |
| Инфаркт миокарда / Myocardial infarction, n (%)   | 7 (8,97)                        | 19 (25,67)                    | 0,009 |
| Острое нарушение мозгового кровообращения / Stroke, n (%)   | 12 (15,38)                      | 15 (20,27)                    | 0,565 |
| Повторная реваскуляризация миокарда / Repeated myocardial revascularization, n (%)                        | 24 (30,76)                      | 28 (37,83)                    | 0,455 |
| Смерть от любых причин / Death from any cause, n (%)  | 14 (17,94)                      | 26 (34,66)                    | 0,026 |
| Комбинированная конечная точка / Combined Endpoint, n (%)   | 44 (56,41)                      | 52 (70,27)                    | 0,109 |
| ФВ ЛЖ / LVEF, %, Me [25%; 75%]  | 55 [49; 60,25]                  | 50 [34,5; 57]                 | 0,012 |
| ФК стенокардии, класс / Angina, class, Me [25%; 75%]  | 1 [0; 2]                        | 2 [1; 2]                      | 0,000 |

**Примечание:** АКШ – аортокоронарное шунтирование; АНК – артерий нижних конечностей; БиМКШ – бимаммарное коронарное шунтирование; ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка; ФК – функциональный класс.  
**Note:** CABG – coronary artery bypass grafting; LVEF – left ventricle ejection fraction; BITA – bilateral internal thoracic artery grafting.

## Обсуждение

В настоящее время БиМКШ признано эффективным методом хирургического лечения ишемической болезни сердца. Обширная доказательная база свидетельствует о надежности такой реваскуляризации миокарда, ее сопоставимости с традиционным КШ, когда применяют только одну ВГА, а в ряде случаев и о превосходстве над ней. Однако, несмотря на накопленный опыт и данные, подтвержденные в многочисленных исследованиях, доля выполнения БиМКШ остается невысокой: в США этот показатель составляет 4,1%, в Европе – 12%, в Австралии – 12,6%, в Японии – 30%, в России – 11,4% [8, 9]. Условно среди факторов, ограничивающих применение двух ВГА, можно выделить технические (более сложные манипуляции, «кривая обучения»), более продолжительное время операции), психологические (личный опыт), коморбидные (сахарный диабет, хроническая обструктивная болезнь легких, избыточная масса тела, ожирение), гендерные (женский пол), возрастные и финансовые (относительно высокая стоимость).

В настоящем ретроспективном исследовании проанализированы результаты БиМКШ у пациентов с окклюзионно-стенотическим поражением КА, средние сроки наблюдения которых составили  $15,7 \pm 0,67$  года. Согласно исходным данным, больные несколько различались по таким факторам риска, как артериальная гипертензия, курение и отягощенная наследственность, которые чаще выявляли у лиц, перенесших БиМКШ. Безусловно, указанный факт вносил неоднородность, однако это не влияло на результаты ни госпитального, ни отдаленного периодов, более того, именно после БиМКШ достигнуты лучшие показатели. Также исходные различия отмечены по данным предоперационной коронарной ангиографии, которая показала, что поражение в бассейне ВТК достоверно чаще встречалось у пациентов с АКШ, а в бассейне

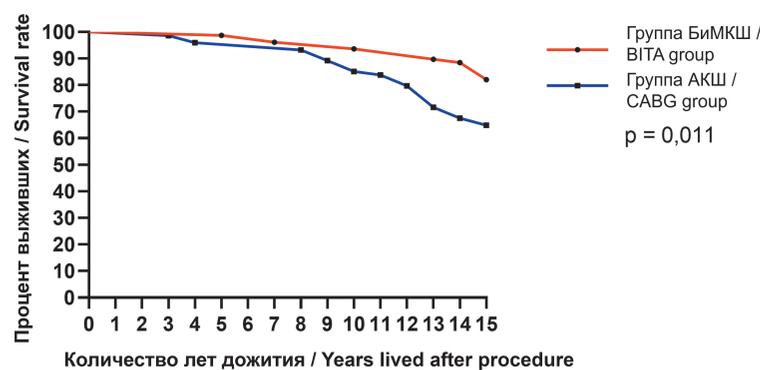
диагональной ветви, наоборот, в основной группе. Вместе с тем группы больных были сопоставимы по шкале SYNTAX, что является более объективным при их сравнении.

Интраоперационно пациенты исследуемых групп также имели несколько различий. Так, индекс реваскуляризации был выше при БиМКШ, при этом госпитальные осложнения встречались с одинаковой частотой как в группе двух, так и одной ВГА. Помимо этого, отмечено, что Y-образный графт чаще применяли при АКШ, что можно объяснить желанием свести к минимуму количество проксимальных анастомозов, доступностью аутовенозного материала, а также возможностью использовать естественную бифуркацию БПВ для такого вида шунтирования. Продолжительность вмешательства была выше для БиМКШ, так как выделение второй ВГА и последующий дополнительный гемостаз обоих мест забора аутоартерий требуют больше времени. Несмотря на незначительные пред- и интраоперационные различия, группы пациентов были сопоставимы, а отмеченная разница нивелирована за счет предполагаемых факторов.

На госпитальном этапе у всех больных оценены непосредственные результаты, включающие развитие ИМ, инсульт, кардиоваскулярную смерть, повторную реваскуляризацию миокарда, появление раневых осложнений, а также осложнений со стороны других органов и систем. В ходе анализа достоверных различий не обнаружено, что позволило сделать вывод о сопоставимости методик БиМКШ и АКШ в ближайшие сроки.

В отдаленном послеоперационном периоде части пациентов проведена коронарная ангиошунтография. Значимых различий в степени выраженности атеросклеротического поражения как всех КА, так и только шунтируемых, а также самих шунтов, определяемого с помощью шкал SYNTAX и GensiniScore, не выявлено. Вместе с тем выраженность поражения была достоверно

ниже в бассейне ВТК, которая в группе БиМКШ шунтирована аутоартерией, по сравнению с группой АКШ, где шунтирование той же КА выполнено аутовеной. Данный факт позволил заключить, что, находясь в относительно равных условиях системы «конduit-артерия», функционирующий шунт, в зависимости от вида, может по-разному влиять на целевую КА. Поскольку ВГА способна продуцировать оксид азота, простагландины и ряд других вазоактивных веществ и обладает противовоспалительным, антиатерогенным и антиагрегантным эффектами, полученный результат позволяет предположить наличие коронаропротективного



**Рисунок 2.** Кривые выживаемости пациентов в зависимости от хирургической технологии

**Примечание:** АКШ – аортокоронарное шунтирование; БиМКШ – бимаммарное коронарное шунтирование.

**Figure 2.** Survival curves of patients depending on surgical technique

**Note:** CABG – coronary artery bypass grafting; BITA – bilateral internal thoracic artery grafting.

действия аутоартериальных кондуитов в отношении шунтированных КА, которого не наблюдается при использовании БПВ [12, 13].

В силу объективных причин и значительной длительности наблюдения часть пациентов выбыла из анализа, однако это не помешало сделать важные выводы относительно отдаленного послеоперационного периода.

Так, изучение частоты приема лекарственных препаратов пациентами в эти сроки показало, что, несмотря на низкую приверженность лечению, влияющему на течение послеоперационного периода, достоверных различий в группах не получено [14]. Интересной находкой стала частота выполнения каротидных эндартерэктомий. Среди пациентов, перенесших АКШ, процедуру проводили чаще, что можно объяснить большим прогрессированием мультифокального атеросклероза, вместе с тем исходная частота поражения сонных артерий в группах не различалась, а количество инсультов после операции было сопоставимо. При изучении конечных точек получены следующие результаты: БиМКШ оказалось сопоставимо со стандартным КШ по таким серьезным сердечно-сосудистым событиям, как повторная реваскуляризация миокарда, инсульт, а также по комбинированной конечной точке. Вместе с тем доказано, что больные группы БиМКШ реже имели ИМ и случаи смерти от любых причин, характеризовались более высокой фракцией выброса левого желудочка и низким функциональным классом стенокардии напряжения. Полученные различия, вероятно, могут также указывать на особый кардиопротективный эффект от применения двух ВГА, который объясним лучшей перфузией миокарда [15].

Полученные в настоящей работе данные сопоставимы с результатами других исследований по применению БиМКШ. Так, В. Lytle и коллеги доказали, что КШ с использованием двух ВГА через 10 лет после операции характеризуется лучшими показателями выживаемости, меньшим количеством реопераций и повторных коронарных вмешательств по сравнению со стандартным АКШ, а на 20-й год наблюдения преимущество БиМКШ лишь возрастает [16]. Кроме этого, меньшая частота ИМ в этой группе подтверждена другим важным исследованием – Т. Doenst и коллеги установили, что коронарные шунты, в данном случае биологически более устойчивые к дисфункции ВГА, способствуют

хирургической коллатерализации и снижают риск развития острых коронарных событий [17].

### Ограничения исследования

К недостаткам исследования следует отнести неоднородность в группах из-за пред- и интраоперационных различий, изучение в подавляющем большинстве пациентов мужского пола, необходимость в редуцировании всей выборки вследствие недоступности данных у части исследуемых, ретроспективность анализа, проведение КШ разными хирургическими бригадами, а также субъективность в интерпретации некоторых данных. Указанные результаты и выводы требуют дальнейшего всестороннего изучения с учетом вышеприведенных недостатков.

### Заключение

По данным 15-летнего наблюдения, БиМКШ сопоставимо со стандартным КШ по таким серьезным неблагоприятным сердечно-сосудистым событиям, как повторная реваскуляризация миокарда, инсульт, а также комбинированной конечной точке, представленной ИМ, инсультом, повторной реваскуляризацией миокарда, смертью пациента или их сочетанием. Вместе с тем БиМКШ превосходит стандартное КШ по показателям свободы от ИМ, случаям смерти от любых причин, демонстрируя более высокую продолжительность жизни больных после операции ( $p = 0,011$ ), а также улучшает фракцию выброса левого желудочка и снижает функциональный класс стенокардии напряжения. Кроме этого, в настоящем исследовании установлено, что выраженность атеросклероза в КА ниже после шунтирования аутоартериальными кондуитами, что, вероятно, связано с их коронаропротективным действием.

### Конфликт интересов

А.В. Фролов заявляет об отсутствии конфликта интересов. Н.И. Загородников заявляет об отсутствии конфликта интересов. Р.С. Тарасов и С.В. Иванов входят в редакционную коллегию журнала «Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний». Л.С. Барбараш является главным редактором журнала «Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний».

### Финансирование

Авторы заявляют об отсутствии финансирования исследования.

### Информация об авторах

*Фролов Алексей Витальевич*, кандидат медицинских наук старший научный сотрудник лаборатории реконструктивной и рентгенэндоваскулярной хирургии сердца и сосудов отдела хирургии сердца и сосудов федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», Кемерово, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0002-1746-8895

### Author Information Form

*Frolov Alexey V.*, PhD, Senior Researcher at the Laboratory of Endovascular and Reconstructive Cardiovascular Surgery, Department of Cardiovascular Surgery, Federal State Budgetary Institution "Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases", Kemerovo, Russian Federation; **ORCID** 0000-0002-1746-8895

*Загородников Никита Игоревич*, аспирант федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», Кемерово, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0003-3539-0291

*Иванов Сергей Васильевич*, доктор медицинских наук ведущий научный сотрудник лаборатории реконструктивной и рентгенэндоваскулярной хирургии сердца и сосудов отдела хирургии сердца и сосудов федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», Кемерово, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0002-9070-5527

*Тарасов Роман Сергеевич*, доктор медицинских наук заведующий лабораторией реконструктивной и рентгенэндоваскулярной хирургии сердца и сосудов отдела хирургии сердца и сосудов федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», Кемерово, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0003-3882-709X

*Барбараш Леонид Семенович*, академик РАН, доктор медицинских наук, профессор главный научный сотрудник федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», Кемерово, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0001-6981-9661

*Zagorodnikov Nikita I.*, Postgraduate student, Federal State Budgetary Institution “Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases”, Kemerovo, Russian Federation; **ORCID** 0000-0003-3539-0291

*Ivanov Sergey V.*, MD, PhD, Leading Researcher at the Laboratory of Endovascular and Reconstructive Cardiovascular Surgery, Department of Cardiovascular Surgery, Federal State Budgetary Institution “Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases”, Kemerovo, Russian Federation; **ORCID** 0000-0002-9070-5527

*Tarasov Roman S.*, MD, PhD, Head of the Laboratory of Endovascular and Reconstructive Cardiovascular Surgery, Department of Cardiovascular Surgery, Federal State Budgetary Institution “Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases”, Kemerovo, Russian Federation; **ORCID** 0000-0003-3882-709X

*Barbarash Leonid S.*, Academician of the Russian Academy of Sciences, Chief Researcher, Federal State Budgetary Institution “Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases”, Kemerovo, Russian Federation; **ORCID** 0000-0001-6981-9661

#### Вклад авторов в статью

*ФАВ* – вклад в концепцию и дизайн исследования, получение и интерпретация данных исследования, написание статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

*ЗНИ* – получение и интерпретация данных исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

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

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

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

#### Author Contribution Statement

*FAV* – contribution to the concept and design of the study, data collection and interpretation, manuscript writing, approval of the final version, fully responsible for the content

*ZNI* – data collection and interpretation, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

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

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

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

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Bonatti J., Wallner S., Crailsheim I., Grabenwöger M., Winkler B. Minimally invasive and robotic coronary artery bypass grafting-a 25-year review. *J Thorac Dis.* 2021;13(3):1922-1944. doi: 10.21037/jtd-20-1535.
- Gomes W.J., Gomes E.N., Bertini A.Jr., Reis P.H., Hossne N.A.Jr. The Anaortic Technique with Bilateral Internal Thoracic Artery Grafting - Filling the Gap in Coronary Artery Bypass Surgery. *Braz J Cardiovasc Surg.* 2021;36(3):397-405. doi: 10.21470/1678-9741-2020-0451.
- Dimitrova K.R., Hoffman D.M., Geller C.M., Dincheva G., Ko W., Tranbaugh R.F. Arterial grafts protect the native coronary vessels from atherosclerotic disease progression. *Ann Thorac Surg.* 2012;94(2):475-81. doi: 10.1016/j.athoracsur.2012.04.035.
- Фролов А.В. Морфофункциональная система «кондуит-артерия». Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. 2019; 8 (1): 112-122. doi: 10.17802/2306-1278-2019-8-1-112-122
- Фролов А.В., Нишонов А.Б., Загородников Н.И., Иванов С.В., Барбараш Л.С. Отдаленные результаты бимаммарного коронарного шунтирования. Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия. – 2019. – Т.12, № 2. – С. 110-115
- 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.
- Al Smady M.N., Zaki M.N., Alataywi E., Jegaden O. Impact of Bilateral versus Single Internal Thoracic Artery Grafting on the Long-Term Survival in Adults: A Systematic Review. *Vasc Health Risk Manag.* 2021;17:509-518. doi: 10.2147/VHRM.S320848
- Bayer N., Hart W.M., Arulampalam T., Hamilton C.,

Schmoeckel M. Is the Use of BIMA in CABG Sub-Optimal? A Review of the Current Clinical and Economic Evidence Including Innovative Approaches to the Management of Mediastinitis. *Ann Thorac Cardiovasc Surg.* 2020;26(5):229-239. doi: 10.5761/atcs.ra.19-00310.

9. Кузнецов Д. В., Геворгян А. А., Новокшенов В. В., Михайлов К. М., Крюков А. В., Хохлунов С. М. Коронарное шунтирование с использованием двух внутренних грудных артерий. *Вестник хирургии имени И. И. Грекова.* 2019;178(3):10-15. doi: 10.24884/0042-4625-2019-178-3-10-15

10. Sef D., Raja S.G. Bilateral internal thoracic artery use in coronary artery bypass grafting in the post-ART era - Perspective. *Int J Surg.* 2021;86:1-4. doi: 10.1016/j.ijssu.2020.12.007.

11. Rampidis G.P., Benetos G., Benz D.C., Giannopoulos A.A., Buechel R.R. A guide for Gensini Score calculation. *Atherosclerosis.* 2019;287:181-183. doi: 10.1016/j.atherosclerosis.2019.05.012.

12. Gharibeh L., Ferrari G., Ouimet M., Grau J.B. Conduits' Biology Regulates the Outcomes of Coronary Artery Bypass Grafting. *JACC Basic Transl Sci.* 2021;6(4):388-396. doi: 10.1016/j.jacbts.2020.11.015.

13. Spadaccio C., Antoniadis C., Nenna A., Chung C., Will

R., Chello M., Gaudino M.F.L. Preventing treatment failures in coronary artery disease: what can we learn from the biology of in-stent restenosis, vein graft failure, and internal thoracic arteries? *Cardiovasc Res.* 2020;116(3):505-519. doi: 10.1093/cvr/cvz214.

14. Eikelboom R., Amir T., Gupta S., Whitlock R.P. Optimal medical therapy after coronary artery bypass grafting: a primer for surgeons. *Curr Opin Cardiol.* 2021;36(5):609-615. doi: 10.1097/HCO.0000000000000889.

15. Ngu J.M.C., Ruel M., Sun L.Y. Left ventricular function recovery after revascularization: comparative effects of percutaneous coronary intervention and coronary artery bypass grafting. *Curr Opin Cardiol.* 2018;33(6):633-637. doi: 10.1097/HCO.0000000000000566.

16. Lytle B.W., Blackstone E.H., Sabik J.F., Houghtaling P., Loop F.D., Cosgrove D.M. The effect of bilateral internal thoracic artery grafting on survival during 20 postoperative years. *Ann Thorac Surg.* 2004;78(6):2005-12; discussion 2012-4. doi: 10.1016/j.athoracsur.2004.05.070.

17. Doenst T., Sigusch H. Surgical collateralization: The hidden mechanism for improving prognosis in chronic coronary syndromes. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2022;163(2):703-708.e2. doi: 10.1016/j.jtcvs.2020.10.121.

## REFERENCES

1. Bonatti J., Wallner S., Crailsheim I., Grabenwöger M., Winkler B. Minimally invasive and robotic coronary artery bypass grafting—a 25-year review. *J Thorac Dis.* 2021;13(3):1922-1944. doi: 10.21037/jtd-20-1535.

2. Gomes W.J., Gomes E.N., Bertini A.Jr., Reis P.H., Hossne N.A.Jr. The Anaortic Technique with Bilateral Internal Thoracic Artery Grafting - Filling the Gap in Coronary Artery Bypass Surgery. *Braz J Cardiovasc Surg.* 2021;36(3):397-405. doi: 10.21470/1678-9741-2020-0451.

3. Dimitrova K.R., Hoffman D.M., Geller C.M., Dincheva G., Ko W., Tranbaugh R.F. Arterial grafts protect the native coronary vessels from atherosclerotic disease progression. *Ann Thorac Surg.* 2012;94(2):475-81. doi: 10.1016/j.athoracsur.2012.04.035.

4. Frolov A.V. Morphological and functional system of graft-artery junctions. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases.* 2019;8(1):112-122. doi: 10.17802/2306-1278-2019-8-1-112-122 (In Russian)

5. Frolov A.V., Nishonov A.B., Zagorodnikov N.I., Ivanov S.V., Barbarash L.S. Long-term results of bilateral internal mammary artery grafting. *Russ Jour Card and Cardiovasc Surg=Kard i serd-sosud khir.* 2019;12(2):110-115. doi:10.17116/kardio201912021110 (In Russian)

6. 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.

7. Al Smady M.N., Zaki M.N., Alataywi E., Jegaden O. Impact of Bilateral versus Single Internal Thoracic Artery Grafting on the Long-Term Survival in Adults: A Systematic Review. *Vasc Health Risk Manag.* 2021;17:509-518. doi: 10.2147/VHRM.S320848

8. Bayer N., Hart W.M., Arulampalam T., Hamilton C., Schmoeckel M. Is the Use of BIMA in CABG Sub-Optimal? A Review of the Current Clinical and Economic Evidence Including Innovative Approaches to the Management of Mediastinitis. *Ann Thorac Cardiovasc Surg.* 2020;26(5):229-239. doi: 10.5761/atcs.ra.19-00310.

9. Kuznetsov D.V., Gevorgyan A.A., Novokshenov V.V., Mikhailov K.M., Kryukov A.V., Khokhlunov S.M. Bilateral internal thoracic artery coronary bypass grafting. *Grekov's Bulletin of Surgery.* 2019;178(3):10-15. doi: 10.24884/0042-4625-2019-178-3-10-15 (In Russian)

10. Sef D., Raja S.G. Bilateral internal thoracic artery use in coronary artery bypass grafting in the post-ART era - Perspective. *Int J Surg.* 2021;86:1-4. doi: 10.1016/j.ijssu.2020.12.007.

11. Rampidis G.P., Benetos G., Benz D.C., Giannopoulos A.A., Buechel R.R. A guide for Gensini Score calculation. *Atherosclerosis.* 2019;287:181-183. doi: 10.1016/j.atherosclerosis.2019.05.012.

12. Gharibeh L., Ferrari G., Ouimet M., Grau J.B. Conduits' Biology Regulates the Outcomes of Coronary Artery Bypass Grafting. *JACC Basic Transl Sci.* 2021;6(4):388-396. doi: 10.1016/j.jacbts.2020.11.015.

13. Spadaccio C., Antoniadis C., Nenna A., Chung C., Will R., Chello M., Gaudino M.F.L. Preventing treatment failures in coronary artery disease: what can we learn from the biology of in-stent restenosis, vein graft failure, and internal thoracic arteries? *Cardiovasc Res.* 2020;116(3):505-519. doi: 10.1093/cvr/cvz214.

14. Eikelboom R., Amir T., Gupta S., Whitlock R.P. Optimal medical therapy after coronary artery bypass grafting: a primer for surgeons. *Curr Opin Cardiol.* 2021;36(5):609-615. doi: 10.1097/HCO.0000000000000889.

15. Ngu J.M.C., Ruel M., Sun L.Y. Left ventricular function recovery after revascularization: comparative effects of percutaneous coronary intervention and coronary artery bypass grafting. *Curr Opin Cardiol.* 2018;33(6):633-637. doi: 10.1097/HCO.0000000000000566.

16. Lytle B.W., Blackstone E.H., Sabik J.F., Houghtaling P., Loop F.D., Cosgrove D.M. The effect of bilateral internal thoracic artery grafting on survival during 20 postoperative years. *Ann Thorac Surg.* 2004;78(6):2005-12; discussion 2012-4. doi: 10.1016/j.athoracsur.2004.05.070.

17. Doenst T., Sigusch H. Surgical collateralization: The hidden mechanism for improving prognosis in chronic coronary syndromes. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2022;163(2):703-708.e2. doi: 10.1016/j.jtcvs.2020.10.121.

**Для цитирования:** Фролов А.В., Загородников Н.И., Тарасов Р.С., Иванов С.В., 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

**To cite:** Frolov A.V., Zagorodnikov N.I., Tarasov R.S., Ivanov S.V., 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