

УДК 616.1

DOI 10.17802/2306-1278-2023-12-2-163-172

ONLINE

ГОСПИТАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ БИМАММАРНОГО КОРОНАРНОГО ШУНТИРОВАНИЯ

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

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

Основные положения

- Настоящее исследование проведено для оценки госпитальных результатов одной из самых эффективных и одновременно противоречивых хирургических технологий реваскуляризации миокарда с применением двух внутренних грудных артерий.
- Представленный анализ является наиболее крупным из когда-либо выполненных специалистами НИИ КПССЗ по изучению бимаммарного коронарного шунтирования. Также полученные данные имеют важное значение для последующей оценки отдаленных результатов.

Цель	Оценить госпитальные результаты бимаммарного коронарного шунтирования.
Материалы и методы	Изучены данные 232 историй болезни пациентов, поступивших в кардиохирургическое отделение для проведения коронарного шунтирования. Все больные были разделены на две группы в зависимости от использования одной или двух внутренних грудных артерий. В первую и вторую группы вошло равное количество пациентов – по 116 (50%) в каждой. Оценены результаты госпитального послеоперационного периода.
Результаты	Бимаммарное и аортокоронарное шунтирование с использованием одной внутренней грудной артерии сопоставимы по таким госпитальным осложнениям, как инфаркт миокарда, инсульт, необходимость в чрескожном коронарном вмешательстве, а также по комбинированной конечной точке. Вместе с тем пациенты, перенесшие бимаммарное шунтирование, достоверно чаще нуждались в приеме инотропных препаратов, а также дольше находились в стационаре.
Заключение	Бимаммарное шунтирование – безопасная процедура, сравнимая по госпитальным осложнениям с классическим аортокоронарным шунтированием, вместе с тем, такое вмешательство требует более продолжительного пребывания пациентов в стационаре, а также дополнительного использования инотропных препаратов.
Ключевые слова	Госпитальный послеоперационный период • Бимаммарное коронарное шунтирование • Результаты

Поступила в редакцию: 07.01.2023; поступила после доработки: 04.04.2023; принята к печати: 15.05.2023

IN-HOSPITAL OUTCOMES OF BILATERAL INTERNAL MAMMARY ARTERY GRAFTING

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

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

Highlights

- The present study was conducted to evaluate in-hospital outcomes of one of the most effective and simultaneously controversial surgical techniques for myocardial revascularization using two internal thoracic arteries (ITA).
- To this date, this is the most complete analysis that has been carried out at the Research Institute on the topic of studying bilateral internal thoracic artery grafting (BITA). The results obtained are of great importance for the subsequent evaluation of long-term results.

Для корреспонденции: Алексей Витальевич Фролов, kjerne@yandex.ru; адрес: Сосновый бульвар, 6, Кемерово, Российская Федерация, 650002

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

Aim	To analyze in-hospital outcomes of BITA.
Methods	The study included 232 patients who were admitted to the Cardiac Surgery Department for coronary artery bypass grafting (CABG). All patients were divided into 2 groups depending on the use of either single or bilateral ITA conduits. Both groups included equal number of patients – 116. In-hospital outcomes were analyzed.
Results	BITA and CABG with single ITA were proven to be comparable regarding myocardial infarction, stroke, the need for percutaneous coronary intervention, death, and composite endpoint. At the same time BITA patients significantly more often had longer hospital stay and required inotropic drugs.
Conclusion	BITA is a safe procedure comparable to classic CABG in terms of in-hospital complications, but at the same time, this intervention is associated with longer hospital stay, and extended inotropic drugs use.
Keywords	In-hospital postoperative period • Bilateral internal thoracic coronary artery bypass grafting • Results

Received: 07.01.2023; received in revised form: 04.04.2023; accepted: 15.05.2023

Список сокращений

АКШ – аортокоронарное шунтирование	КА – коронарная артерия
БПВ – большая подкожная вена	КШ – коронарное шунтирование
ВГА – внутренняя грудная артерия	ЛА – лучевая артерия
ИК – искусственное кровообращение	ЛВГА – левая внутренняя грудная артерия

Введение

В настоящее время бимаммарное коронарное шунтирование (КШ) является методом выбора реваскуляризации миокарда, применяемым у определенной группы пациентов в зависимости от наличия риска стернальных раневых осложнений [1]. Доказана высокая эффективность данного типа вмешательства, в частности когда его выполняют без вовлечения аорты (anaortic technique), что позволяет уменьшить число послеоперационных инсультов [2]. Кроме этого, в рамках недавно предложенной концепции конduit-артерии обсуждается кардиопротективный эффект аутоартериальных кондуитов и, прежде всего, внутренней грудной артерии (ВГА). Предполагается их положительное влияние на коронарный кровоток и взаимодействие с целевой коронарной артерией (КА), в том числе на уровне микроциркуляторного русла [3]. Несмотря на это, до сих пор процент выполнения бимаммарного КШ остается невысоким вследствие таких причин, как техническая сложность, более длительное время оперативного вмешательства, возможное несоответствие размеров аутоартериального кондуита и КА, а также наличие факторов риска развития стернальных осложнений – сахарного диабета, ожирения, хронической обструктивной болезни легких [4–6]. Результаты многоцентрового проспективного рандомизированного исследования ART (Arterial Revascularization Trial), представленные в 2019 г., не показали статистически значимых раз-

личий у пациентов после КШ с применением одной или двух ВГА [7]. Однако дискуссия активно продолжается и уже начаты новые исследования, демонстрирующие высокую актуальность указанной темы: например, исследование ROMA (Randomized comparison of the clinical Outcome of single versus Multiple Arterial grafts), посвященное не только бимаммарному КШ, но и в целом множественному аутоартериальному КШ [8]. Неоднозначность существующего отношения к использованию обеих ВГА способствовала анализу собственного опыта и результатов госпитального этапа.

Цель исследования – оценить госпитальные послеоперационные результаты бимаммарного коронарного шунтирования.

Материалы и методы

В одноцентровое ретроспективное исследование вошли 232 пациента. В период с 2004 по 2006 г. обследованным лицам проведено стандартное КШ с одной ВГА в сочетании с другими кондуитами в виде аутолены или аутоартерии, а также бимаммарное КШ. В группу бимаммарного КШ методом сплошной выборки включены все больные за указанный ранее период. Контрольная группа (аортокоронарное шунтирование, АКШ) сформирована методом копи-пар, то есть способом уравнивания групп (путем парных сочетаний), который подразумевал подбор для каждой единицы наблюдения бимаммарного КШ парной единицы из числа

пациентов, подвергшихся АКШ, по основным клинико-anamnestическим и демографическим характеристикам (табл. 1).

По данным коронароангиографии, окклюзионно-стенотическое поражение КА в бассейне ствола левой КА отмечено у 38 (16,37%) больных, передней нисходящей артерии – у 224 (96,55%), диагональной ветви – у 74 (31,89%), огибающей артерии (ОА) – у 119 (51,29%), ветви тупого края – у 117 (50,43%), интермедиарной артерии – у 22 (9,48%), правой КА – у 200 (86,2%) пациентов. Средний показатель по шкале SYNTAX, используемой для оценки тяжести поражения коронарного русла, составил 27,5 [22; 34,5] балла (от 8 до 56 баллов) и соответствовал промежуточной степени (23–32 балла).

Хирургическая коррекция ишемической болезни сердца проведена методом КШ с использованием одной или двух ВГА, а также фрагмента большой подкожной вены (БПВ) и лучевой артерии (ЛА). БПВ применена у 189 (81,46%), а ЛА – у 30 (12,93%) оперируемых больных. Секвенциальное КШ выполнено в 5 (2,15%) случаях, а Y-образный анастомоз – в 34 (14,65%) случаях. У 160 (68,96%) пациентов левая ВГА (ЛВГА) выделена «на лоскуте», у 71 (30,6%) – методом «скелетизации». Правая ВГА использована в 117 (50,43%) случаях: 40 (17,24%) и 77 (33,18%) соответственно. Искусственное кровообращение (ИК) применено во время 205 (88,36%) процедур (on-pump), на работающем сердце (off-pump) выполнено 25 (10,77%) вмешательств, с ИК без пережатия аорты (off-clamp) – 2 (0,86%). Внутриаортальная баллонная контрпульсация потребовалась 5 (2,15%) больных. Средняя длительность ИК составила 104 [85; 125] мин, среднее время пережатия аорты – 71 [55,75; 90,25] мин, средняя продолжительность всей операции – 317,5 [250; 348,8] мин, среднее количество кардиоплегий – 2 [2; 3], средняя температура – 34,2 [32,4; 35,15] °С. Вентрикулопластика по поводу аневризмы ЛЖ выполнена в 26 (11,2%) случаях, коррекция поражений клапанов сердца – в 4 (1,72%) случаях. Средний индекс реваскуляризации составил 3 [3; 3]. Согласно шкале EuroScore II, предназначенной для оценки риска оперативных вмешательств как с ИК, так и без него, среднее значение составило 1,1 [0,75; 1,48] балла (от 0,50 до 11,74 балла), что соответствовало низкому риску, то есть риску летального исхода менее чем 1,5% (0–2 балла).

В госпитальном послеоперационном периоде в обеих группах оценивали продолжительность искусственной вентиляции легких, реоперации по поводу кровотечений, необходимость в инотропной поддержке, случаи возникновения фибрилляции предсердий, пневмоторакса, пневмомедиастинума, гидроторакса, гидроперикарда, раневых осложнений, желудочно-кишечных кровотечений, острого панкреатита, перитонита, госпитальной пневмонии

и проявлений острой сердечно-сосудистой, дыхательной и почечной недостаточности, синдрома полиорганной недостаточности, время пребывания в стационаре. Кроме этого, проанализированы конечные точки в виде возникновения таких осложнений, как инфаркт миокарда, острое нарушение мозгового кровообращения, проведение чрескожного коронарного вмешательства, смерть пациента от сердечно-сосудистых осложнений, а также комбинированная конечная точка.

Статистический анализ

База данных сформирована в Microsoft Excel 2016 (Microsoft, США). Статистическая обработка материала осуществлена с использованием пакета 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 с использованием одновыборочного критерия типа Колмогорова – Смирнова. В случае если при его расчете $p \leq 0,05$, то гипотеза о нормальности распределения отвергалась. Для выявления статистических различий нормально распределенных данных двух независимых выборок, в частности индекса массы тела, применяли параметрическую статистику в виде t-критерия Стьюдента. В остальных случаях распределение отличалось от нормального, и для выявления статистических различий двух независимых выборок использовали непараметрическую статистику в виде U-критерия Манна – Уитни. Для анализа различий качественных данных использовали χ^2 критерий согласия Пирсона с поправкой Йетса, в случае ожидаемых значений в четырехпольной таблице 10 и менее – точный тест Fisher. Количественные данные представлены в виде $M \pm SD$, 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 (%). Вероятность ошибки первого рода принята за 5%. Различия между группами признаны статистически значимыми при $p \leq 0,05$.

Результаты

Все включенные в исследование пациенты разделены на две группы в зависимости от выбранного вида хирургического вмешательства. В первую группу вошли 116 (50%) пациентов, которым выполнено КШ с изолированным использованием обеих ВГА либо их сочетание с другими кондуктами в виде фрагментов БПВ и/или ЛА (бимам-

марное КШ). Вторую группу составило такое же количество больных – 116 (50%), а шунтирование выполнено с применением одной ВГА и в сочетании с аутовеной или аутоартерией.

В исследуемых группах проанализированы клинико-anamнестические и демографические показатели, факторы риска и инструментальные данные, оцененные в предоперационном периоде. Не выявлено различий в среднем возрасте, поле, работоспособности больного, выраженности функционального класса стенокардии напряжения, наличии чрескожного коронарного вмешательства, нестабильной стенокардии и течения подострого инфаркта миокарда, постинфарктном кардиосклерозе, остром нарушении мозгового кровообращения, каротидной эндартерэктомии, реконструктивных вмешательствах на артериях нижних конечностей, фибрилляции предсердий, функциональном классе хронической сердечной недостаточности, фракции

выброса левого желудочка, поражениях в бассейнах экстракраниальных и висцеральных артерий, артерий нижних конечностей, хронической обструктивной болезни легких, встречаемости варикозной болезни вен нижних конечностей, а также индексе EuroScore II (табл. 1).

Анализ факторов риска, ассоциированных как с развитием и прогрессированием атеросклероза, так и потенциальным влиянием на госпитальный послеоперационный период, показал, что пациенты группы бимаммарного КШ достоверно чаще имели артериальную гипертензию (114 (98,27) против 98 (84,48) %; $p < 0,05$), курили (47 (40,51) против 27 (23,27) %; $p < 0,05$), а также имелиотягощенную наследственность (39 (33,62) против 9 (7,75); $p < 0,05$). По остальным факторам риска группы были сопоставимы (табл. 2).

Также оценена исходная частота встречаемости окклюзионно-стенотического поражения для основ-

Таблица 1. Основные клинико-anamнестические, демографические характеристики и индекс EuroScore II в исследуемых группах

Table 1. Main clinical, anamnestic, and demographic characteristics and EuroScore II of patients in both groups

Показатель / Parameter	Бимаммарное КШ / Bimammary CABG, n = 116 (50%)	АКШ / CABG, 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
Работающие / Working, n (%)	69 (59,48)	72 (62,06)	0,788
ФК стенокардии / FC of angina, 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
ПИКС / Postinfarction cardiac sclerosis, n (%)	93 (80,17)	99 (85,34)	0,384
ЧКВ / PCI, n (%)	3 (2,58)	9 (7,75)	0,135
ОНМК / 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
ФП / AF, n (%)	4 (3,44)	6 (5,17)	0,748
ФК ХСН по NYHA / NYHA FC heart failure, Me [25%, 75%]	2 [2; 2]	2 [2; 2]	0,765
ФВ ЛЖ / LV EF, %, Me [25%, 75%]	62 [52; 67]	60 [52; 65]	0,099
Поражение экстракраниальных артерий / Extracranial artery disease, n (%)	41 (35,34)	46 (39,65)	0,587
Поражение артерий нижних конечностей / Lower extremities arteries disease, n (%)	7 (6,03)	15 (12,93)	0,115
Поражение висцеральных артерий / Visceral arteries disease, n (%)	1 (0,86)	0 (0,00)	0,999
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
EuroScore II, Me [25%; 75%]	1,09 [0,78; 1,48]	1,1 [0,69; 1,52]	0,395

Примечание: АКШ – аортокоронарное шунтирование; ИМ – инфаркт миокарда; КШ – коронарное шунтирование; ОНМК – острое нарушение мозгового кровообращения; ПИКС – постинфарктный кардиосклероз; ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка; ФК – функциональный класс; ФП – фибрилляция предсердий; ХОБЛ – хроническая обструктивная болезнь легких; ХСН – хроническая сердечная недостаточность; ЧКВ – чрескожное коронарное вмешательство; NYHA – Нью-Йоркская ассоциация кардиологов.

Note: AF – Atrial fibrillation; CABG – coronary artery bypass grafting; COPD – chronic obstructive pulmonary disease; FC – functional class; LV EF – left ventricular ejection fraction; MI – myocardial infarction; NYHA – New York Heart Association; PCI – percutaneous coronary intervention.

ных КА по данным предоперационной коронароангиографии, а также показатели по шкале SYNTAX. Различия получены для бассейна ветви тупого края (67 (57,75) против 50 (43,1) %; $p < 0,05$), поражение которой чаще зарегистрировано в группе АКШ, а также для поражения бассейна диагональной ветви (45 (38,79%) против 29 (25%), $p < 0,05$), чаще обнаруженного в группе бимаммарного КШ (табл. 3).

Количество вмешательств, проводимых *on-pump*, *off-pump* и *off-clamp*, было также сопоставимо в группах. Время ИК и пережатия аорты, среднее количество кардиоплегий за операцию не различались, однако продолжительность операции и температура тела были выше в группе бимаммарного КШ в сравнении с АКШ (335 [320; 380] против 250 [238; 420] мин; $p < 0,05$ и 34,5 [32,4; 35,4] против 34 [32,3; 34,95] °C; $p < 0,05$ соответственно). Забор ЛВГА методом «скелетизации» также чаще отмечен в группе бимаммарного КШ (93 (80,17%) против 67 (57,75%) случаев; $p < 0,05$). БПВ чаще применяли в группе АКШ (115 (99,13%) против 74 (63,79%) случаев; $p < 0,05$), в то время как ЛА – в группе бимаммарного КШ (28 (24,13%) против 2

(1,72%) случаев; $p < 0,05$). Частота встречаемости секвенциального анастомоза, коррекции аневризмы ЛЖ, поражений клапанов сердца, применения внутриаортальной баллонной контрпульсации, а также объем кровопотери были сопоставимы в обеих группах. Однако индекс реваскуляризации был выше в группе бимаммарного КШ (3 [3; 4] против 3 [3; 3]; $p < 0,05$), несмотря на то что Y-образный графт достоверно чаще встречался в группе контроля (27 (23,27) против 7 (6,03) %; $p < 0,05$) (табл. 4).

В госпитальном периоде для пациентов сравниваемых групп не получено различий по таким показателям, как случаи реоперации по поводу послеоперационного кровотечения, фибрилляция предсердий, возникновение пневмоторакса, пневмомедиастинума, гидроторакса, гидроперикарда, раневых осложнений в области грудины, желудочно-кишечных кровотечений, острого панкреатита, перитонита, пневмонии, а также случаи сердечно-сосудистой, дыхательной и почечной недостаточности и синдрома полиорганной недостаточности. Кроме этого, группы не различались по использованию инодилататора левосимендана, однако статистически значимое различие получе-

Таблица 2. Факторы риска развития и прогрессирования атеросклероза в исследуемых группах
Table 2. Risk factors of atherosclerosis development and progression of patients in both groups

Показатель / Parameter	Бимаммарное КШ / Bimammary CABG, 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±SD	28,1±3,63	28,25±3,75	0,760
Курение / Smoking, 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.
Note: CABG – coronary artery bypass grafting.

Таблица 3. Средний процент суммарного поражения коронарных артерий и показатель по шкале SYNTAX по данным предоперационной коронароангиографии 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	Бимаммарное КШ / Bimammary CABG, n = 116 (50%)	АКШ / CABG, n = 116 (50%)	p
Ствол левой коронарной артерии / Left coronary artery, %	18 (15,51)	20 (17,24)	0,859
Передняя нисходящая артерия / Anterior descending artery, %	114 (98,27)	110 (94,82)	0,280
Диагональная ветвь / Diagonal branch, %	45 (38,79)	29 (25)	0,034
Огибающая артерия / Circumflex artery, %	62 (53,44)	57 (49,13)	0,599
Ветвь тупого края / Obtuse marginal artery, %	50 (43,1)	67 (57,75)	0,035
Интермедиарная артерия / Intermediate artery, %	15 (12,93)	7 (6,03)	0,115
Правая коронарная артерия / Right coronary artery, %	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.
Note: CABG – coronary artery bypass grafting.

но для таких инотропных препаратов, как адреналин, добутамин и допмин. В группе бимаммарного КШ инотропная поддержка потребовалась большему количеству оперированных больных (85 (73,27) против 70 (60,34) %; $p = 0,05$), однако в этой же группе зарегистрирована достоверно более короткая продолжительность искусственной вентиляции легких (605 [380; 758] против 720 [556,3; 1 038] мин; $p < 0,05$). Еще одно различие выявлено при анализе времени пребывания пациента в стационаре, которое оказалось достоверно больше среди реципиентов обеих ВГА (25 [20,25; 30,75] против 17 [14; 21] дней; $p < 0,05$). Вместе с тем группы не различались по таким осложнениям, как инфаркт миокарда, острое нарушение мозгового кровообращения, чрескожное коронарное вмешательство и смерть, а также были сопоставимы по комбинированной конечной точке (табл. 5).

Обсуждение

Бимаммарное КШ принято считать методом выбора реваскуляризации миокарда у пациентов с ишемической болезнью сердца. Однако до сих пор специалисты настороженно относятся к этому виду шунтирования в силу неоднозначности и недоста-

точности крупных исследований, а также целого ряда моментов, не позволяющих более широко использовать указанную технику. Основными лимитирующими факторами остаются технические, связанные с кривой обучения, характерной для сложных манипуляций, и продолжительной длительностью операции; психологические, субъективно отражающие личный опыт; коморбидные, ассоциированные с фоновыми и сопутствующими заболеваниями, которые могут негативно влиять и способствовать развитию стернальных осложнений, среди которых можно выделить сахарный диабет, хроническую обструктивную болезнь легких, избыточную массу тела и ожирение; гендерные – женский пол; возрастные. Все это в большей степени влияет на потенциальные осложнения, отражающие ранние результаты в госпитальный период или период первого года. Вместе с тем данные многих исследований указывают на преимущество бимаммарного КШ именно в отдаленные сроки, когда проходимость БПВ начинает существенно уступать ВГА [9–11].

В настоящей ретроспективной работе проанализированы результаты бимаммарного КШ у пациентов, оперированных по поводу окклюзионно-сте-

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

Показатель / Parameter	Бимаммарное КШ / Bimammary CABG, n = 116 (50%)	АКШ / CABG, n = 116 (50%)	P
ИК / On-pump, 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 / EC time, мин, Ме [25%; 75%]	105,5 [85; 130]	103 [85,5; 120]	0,363
Время пережатия аорты, мин / Aortic cross clamping, min, Ме [25%; 75%]	71,5 [55; 91,75]	70 [56; 88,25]	0,472
Продолжительность операции, мин / Duration of the entire operation, min, Ме [25%; 75%]	335 [320; 380]	250 [238; 420]	0,000
Температура тела / Temperature, °C, Ме [25%; 75%]	34,5 [32,4; 35,4]	34 [32,3; 34,95]	0,033
Количество кардиоплегий / The number of cardioplegias, n, Ме [25%; 75%]	2 [2; 3]	2 [2; 3]	0,221
Забор ЛВГА методом «на лоскуте» / harvesting LITA “on a flap”, n (%)	67 (57,75)	93 (80,17)	0,000
Забор ЛВГА методом «скелетизации» / harvesting LITA using the “skeletonized” technique, n (%)	49 (42,24)	22 (18,96)	0,000
Большая подкожная вена / Great saphenous vein, n (%)	74 (63,79)	115 (99,13)	0,000
Лучевая артерия / Radial artery, n (%)	28 (24,13)	2 (1,72)	0,000
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 / Blood loss, мл / mL, Ме [25%; 75%]	600 [500; 800]	500 [500; 700]	0,148
Индекс реваскуляризации / Revascularization index, Ме [25%; 75%]	3 [3; 4]	3 [3; 3]	0,022

Примечание: АКШ – аортокоронарное шунтирование; ВАБК – внутриаортальная баллонная контрпульсация; ИК – искусственное кровообращение; ЛВГА – левая внутренняя грудная артерия; ЛЖ – левый желудочек.

Note: CABG – coronary artery bypass; EC – extracorporeal circulation; IABP – intra-aortic balloon pump; LITA – left internal thoracic artery; LV – left ventricular.

нотического поражения КА, в ранний послеоперационный период в пределах одной госпитализации. Согласно полученным данным, группы имели предоперационные различия по таким факторам риска, как артериальная гипертензия, курение и отягощенная наследственность, чаще встречаемые в группе бимаммарного КШ. С одной стороны, это вносило в исследование некоторую неоднородность групп, с другой, данный факт показателен в отношении того, что, несмотря на исходно более неблагоприятный фон, больные после бимаммарного КШ в конечном счете имели сопоставимые с группой контроля госпитальные результаты. Однако это также может быть связано с более продолжительным пребыванием пациентов в стационаре, требовавшим длительного подбора подходящей лекарственной терапии.

Еще одно различие между группами включало процент выраженности окклюзионно-стенотического поражения в бассейне огибающей артерии, который в группе бимаммарного КШ был выше, чем в контрольной. Важно отметить, что, согласно шкале SYNTAX, пациенты обеих групп были сопоставимы,

а так как вычисление суммарного среднего показателя является достаточно субъективным и не может быть равнозначным, например такому более точному методу, как QCA (quantitative coronary angiography) анализ [12], то за основу правильнее взять именно общепринятую шкалу SYNTAX. Вместе с тем количественный подсчет пораженных КА представляется более объективным, и в нашем случае показано, что поражение ветви тупого края встречалось чаще у больных группы стандартного КШ, а диагональной ветви – в основной группе. Таким образом, можно заключить, что исследуемые группы были достаточно сопоставимы в отношении изменений КА.

Интересным интраоперационным различием, хотя и вполне закономерным, стало использование БПВ и ЛА. Первая чаще встречалась в группе контроля, вторая – в группе бимаммарного КШ. Метод «скелетизации» ЛВГА чаще определен в первой группе и, вероятно, связан с более прецизионной техникой бимаммарного КШ, требующей тщательной оценки формы и измерения длины используемых кондуитов при создании анастомозов. Кроме этого, такой метод

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

Показатель / Parameter	Бимаммарное КШ / Bimammary CABG, n = 116 (50%)	АКШ / CABG, n = 116 (50%)	P
ИВЛ / Mechanical ventilation, мин / minutes, Me [25%; 75%]	605 [380; 758]	720 [556,3; 1038]	0,000
Реоперация / Reoperation, n (%)	6 (5,17)	8 (6,89)	0,783
Инотропы / Inotropes, n (%)	85 (73,27)	70 (60,34)	0,050
Левосимендан / Levosimendan, n (%)	1 (0,86)	1 (0,86)	1,000
ФП / AF, n (%)	20 (17,24)	21 (18,1)	0,999
Пневмоторакс / Pneumothorax, n (%)	3 (2,58)	6 (5,17)	0,499
Пневмомедиастинум / Pneumomediastinum, n (%)	1 (0,86)	3 (2,58)	0,621
Гидроторакс / Hydrothorax, n (%)	51 (43,96)	52 (44,82)	0,999
Гидроперикард / Hydropericardium, n (%)	6 (5,17)	3 (2,58)	0,499
Раневые осложнения / Wound complications, n (%)	13 (11,2)	8 (6,89)	0,360
ЖК-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 / Multiple organ failure syndrome, n (%)	6 (5,17)	2 (1,72)	0,280
Инфаркт миокарда / Myocardial infarction, n (%)	3 (2,58)	3 (2,58)	1,000
ОНМК / Stroke, n (%)	2 (1,72)	1 (0,86)	0,999
ЧКВ / PCI, n (%)	0	0	0
Смерть / Death, n (%)	4 (3,44)	4 (3,44)	1,000
Комбинированная конечная точка / Composite endpoint, n (%)	6 (5,17)	6 (5,17)	1,000
Время пребывания в стационаре / Hospital stay, дни / days, Me [25%; 75%]	25 [20,25; 30,75]	17 [14; 21]	0,000

Примечание: АКШ – аортокоронарное шунтирование; ЖК – желудочно-кишечный; ИВЛ – искусственная вентиляция легких; ОНМК – острое нарушение мозгового кровообращения; СПОН – синдром полиорганной недостаточности; ФП – фибрилляция предсердий; ЧКВ – чрескожное коронарное вмешательство.

Note: AF – atrial fibrillation; CABG – coronary artery bypass; PCI – percutaneous coronary intervention.

забора ЛВГА позволяет в меньшей степени травмировать грудину и тем самым лучше сохранить ее питание с целью предотвращения стернальных осложнений у пациентов, уже находящихся в группе риска в силу забора обеих ВГА. Количество кардиоплегий оказалось выше у пациентов, подвергшихся бимаммарному КШ, что косвенно коррелировало с достоверно более высоким индексом реваскуляризации в этой же группе. Однако Y-образный графт чаще обнаружен в группе АКШ, что, с одной стороны, объясняется стремлением минимизировать количество проксимальных анастомозов с аортой и тем самым уменьшить риск развития инсульта, с другой, доступностью биоматериала БПВ. Температура во время ИК также статистически различалась и была выше в группе бимаммарного КШ, что, вероятно, указывало на настороженность в отношении потенциально более длительного ИК при наложении большего количества дистальных анастомозов, о чем свидетельствует индекс реваскуляризации, с целью профилактики гипокоагуляции, ассоциированной с более низкой температурой тела [13]. Еще одним закономерным статистически значимым различием между группами стала общая продолжительность операции, которая была выше у больных, перенесших бимаммарное КШ, требующее, как известно, дополнительное время как для забора второй ВГА, так и последующего гемостаза обоих мест выделения артерий.

Наибольшую ценность представляют полученные госпитальные результаты, согласно которым пациенты обеих исследуемых групп были статистически значимо сопоставимы. Даже при оценке комбинированной конечной точки группы не показали различий. Данный факт свидетельствует о равнозначности обеих технологий как минимум у обследованной возрастной категории больных. Однако вполне закономерным оказалось и другое: пациенты группы бимаммарного КШ чаще нуждались в инотропной терапии такими препаратами, как адреналин, добутамин и допмин, а также пребывали в стационаре дольше больных, которым выполнено АКШ. Первый факт можно объяснить тенденцией более продолжительного, в том числе в нашем случае, ИК в процессе выполнения бимаммарного КШ, а также длительностью всего вмешательства, потенциально влияющей на развитие осложнений [14, 15]. Более продолжительное пребывание в стационаре же может быть объяснено дорогостоящим лечением таких пациентов, что

может быть связано в том числе и с количеством койко-дней [16]. Вместе с тем в одном из последних исследований, посвященных изучению госпитальных результатов бимаммарного КШ, показано, что использование обеих ВГА не удорожает процедуру наряду с сопоставимыми показателями летальности и развитием стернальной инфекции [17]. Несмотря на представленные данные, а также отсутствие статистически значимых различий в группах по госпитальным осложнениям, точную причину более продолжительного койко-дня у пациентов, перенесших бимаммарное КШ, установить не удалось. По всей вероятности, вклад в удлинение пребывания больных в стационаре могла внести совокупность изученных факторов.

К ограничениям настоящего исследования следует отнести разные условия проведения процедур, включая on- и off-pump/clamp, технические особенности, гендерную неоднородность, ретроспективность анализа, а также субъективность в интерпретации некоторых данных. Представленный опыт требует переосмысления и изучения отдаленных результатов с учетом вышеприведенных недостатков.

Заключение

Несмотря на незначительные пред- и интраоперационные различия, в раннем послеоперационном периоде бимаммарное и стандартное КШ сопоставимы по таким госпитальным осложнениям, как инфаркт миокарда, инсульт, необходимость чрескожного коронарного вмешательства и смерть, а также по комбинированной конечной точке. Кроме этого, группы сопоставимы по раневым осложнениям, а также проявлениям осложнений со стороны других органов и систем. Однако пациенты группы бимаммарного КШ требуют более продолжительного пребывания в стационаре и дополнительного приема инотропных препаратов.

Конфликт интересов

А.В. Фролов заявляет об отсутствии конфликта интересов. Н.И. Загородников заявляет об отсутствии конфликта интересов. С.В. Иванов заявляет об отсутствии конфликта интересов. Р.С. Тарасов заявляет об отсутствии конфликта интересов.

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

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

Вклад авторов в статью

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

ЗНИ – вклад в концепцию и дизайн исследования, получение и интерпретация данных исследования, написание и 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

ТРС – вклад в концепцию и дизайн 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, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

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

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

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

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 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
2. Ramponi F., Seco M., Brereton R.J.L., Gaudino M.F.L., Puskas J.D., Calafiore A.M., Vallety M.P. Toward stroke-free coronary surgery: The role of the aortic off-pump bypass technique. *J Card Surg*. 2021;36(4):1499-1510. doi:10.1111/jocs.15372
3. Фролов А.В. Морфофункциональная система «конduit-артерия». Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. 2019;8(1):112-122. doi:10.17802/2306-1278-2019-8-1-112-122
4. Bayer N., Hart W.M., Arulampalam T., Hamilton C., Schmoedel 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
5. Persson M., Sartipy U. Bilateral Versus Single Internal Thoracic Artery Grafts. *Curr Cardiol Rep*. 2018;20(1):1-7. doi:10.1007/s11886-018-0947-1
6. Hegazy Y.Y., Sodian R., Hassanein W., Rayan A., Ennker J. The Use of Bilateral Internal Mammary Arteries for Coronary Revascularization in Patients with COPD: Is It a Good Idea? *Heart Surg Forum*. 2016;19(5):E243-E247. doi:10.1532/hsf.1482
7. 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
8. 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 Cardio-thoracic Surg*. 2017;52(6):1031-1040. doi:10.1093/EJCTS/EZX358
9. Buttar S.N., Yan T.D., Taggart D.P., Tian D.H. Long-term and short-term outcomes of using bilateral internal mammary artery grafting versus left internal mammary artery grafting: A meta-analysis. *Heart*. 2017;103(18):1419-1426. doi:10.1136/heartjnl-2016-310864
10. Gaudino M., Antoniadis C., Benedetto U., Deb S., Di Franco A., Di Giammarco G., Fremes S., Glineur D., Grau J., He G.W., Marinelli D., Ohmes L.B., Patrono C., Puskas J., Tranbaugh R., Girardi L.N., Taggart D.P.; ATLANTIC (Arterial Grafting International Consortium) Alliance. Mechanisms, consequences, and prevention of coronary graft failure. *Circulation*. 2017;136(18):1749-1764. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.117.027597
11. Фролов А.В., Нишионов А.Б., Загородников Н.И., Иванов С.В., Барбараш Л.С. Отдаленные результаты бимаммарного коронарного шунтирования. Кардиология и сердечно-сосудистая

хирургия. 2019;12(2):110-115. doi:10.17116/kardio201912021110

12. Suzuki N., Asano T., Nakazawa G., Aoki J., Tanabe K., Hibi K., Ikari Y., Kozuma K. Clinical expert consensus document on quantitative coronary angiography from the Japanese Association of Cardiovascular Intervention and Therapeutics. *Cardiovasc Interv Ther.* 2020;35(2):105-116. doi:10.1007/s12928-020-00653-7

13. Johansson P.I., Sølbeck S., Genet G., Stensballe J., Ostrowski S.R. Coagulopathy and hemostatic monitoring in cardiac surgery: An update. *Scand Cardiovasc J.* 2012;46(4):194-202. doi:10.3109/14017431.2012.671487

14. Lomivorotov V.V., Efremov S.M., Kirov M.Y., Fominskiy E.V., Karaskov A.M. Low-Cardiac-Output Syndrome After Cardiac Surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2017;31(1):291-308. doi:10.1053/j.jvca.2016.05.029

15. Cheng H., Clymer J.W., Po-Han Chen B., Sadeghirad B., Ferko N.C., Cameron C.G., Hinoul P. Prolonged operative duration is associated with complications: a systematic review and meta-analysis. *J Surg Res.* 2018;229:134-144. doi: 10.1016/j.jss.2018.03.022

16. Little M., Gray A.M., Altman D.G., Benedetto U., Flather M., Gerry S., Lees B., Murphy J., Gaudino M., Taggart D.P.; Arterial Revascularization Trial Investigators. Cost-effectiveness of bilateral versus single internal thoracic artery grafts at ten years. *Eur Hear journal Qual care Clin outcomes.* 2022;8(3):324-332. doi: 10.1093/ehjqcco/qcab004.

17. Sareh S., Hadaya J., Sanaiha Y., Aguayo E., Dobaria V., Shemin R.J., Omari B., Benharash P. Predictors and In-Hospital Outcomes Among Patients Using a Single Versus Bilateral Mammary Arteries in Coronary Artery Bypass Grafting. *Am J Cardiol.* 2020;134:41-47. doi:10.1016/j.amjcard.2020.08.011

REFERENCES

1. 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

2. Ramponi F., Seco M., Brereton R.J.L., Gaudino M.F.L., Puskas J.D., Calafiore A.M., Valletti M.P. Toward stroke-free coronary surgery: The role of the aortic off-pump bypass technique. *J Card Surg.* 2021;36(4):1499-1510. doi:10.1111/jocs.15372

3. Frolov A.V. Morphological and Functional System of Graft-Artery Junctions. *Complex Issues Cardiovasc Dis.* 2019;8(1):112-122. doi:10.17802/2306-1278-2019-8-1-112-122 (In Russian)

4. Bayer N., Hart W.M., Arulampalam T., Hamilton C., Schmoedel 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

5. Persson M., Sartipy U. Bilateral Versus Single Internal Thoracic Artery Grafts. *Curr Cardiol Rep.* 2018;20(1):1-7. doi:10.1007/s11886-018-0947-1

6. Hegazy Y.Y., Sodian R., Hassanein W., Rayan A., Ennker J. The Use of Bilateral Internal Mammary Arteries for Coronary Revascularization in Patients with COPD: Is It a Good Idea? *Heart Surg Forum.* 2016;19(5):E243-E247. doi:10.1532/hsf.1482

7. 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

8. 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 Cardio-thoracic Surg.* 2017;52(6):1031-1040. doi:10.1093/EJCTS/EZX358

9. Buttar S.N., Yan T.D., Taggart D.P., Tian D.H. Long-term

and short-term outcomes of using bilateral internal mammary artery grafting versus left internal mammary artery grafting: A meta-analysis. *Heart.* 2017;103(18):1419-1426. doi:10.1136/heartjnl-2016-310864

10. Gaudino M., Antoniadou C., Benedetto U., Deb S., Di Franco A., Di Giammarco G., Fremes S., Glineur D., Grau J., He G.W., Marinelli D., Ohmes L.B., Patrono C., Puskas J., Tranbaugh R., Girardi L.N., Taggart D.P.; ATLANTIC (Arterial Grafting International Consortium) Alliance. Mechanisms, consequences, and prevention of coronary graft failure. *Circulation.* 2017;136(18):1749-1764. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.117.027597

11. Frolov A.V., Nishonov A.B., Zagorodnikov N.I., Ivanov S.V., Barbarash L.S. Long-term results of bilateral internal mammary artery grafting. *Kardiologiya i Serdechno-Sosudistaya Khirurgiya.* 2019;12(2):110-115. doi:10.17116/kardio201912021110 (In Russian)

12. Suzuki N., Asano T., Nakazawa G., Aoki J., Tanabe K., Hibi K., Ikari Y., Kozuma K. Clinical expert consensus document on quantitative coronary angiography from the Japanese Association of Cardiovascular Intervention and Therapeutics. *Cardiovasc Interv Ther.* 2020;35(2):105-116. doi:10.1007/s12928-020-00653-7

13. Johansson P.I., Sølbeck S., Genet G., Stensballe J., Ostrowski S.R. Coagulopathy and hemostatic monitoring in cardiac surgery: An update. *Scand Cardiovasc J.* 2012;46(4):194-202. doi:10.3109/14017431.2012.671487

14. Lomivorotov V.V., Efremov S.M., Kirov M.Y., Fominskiy E.V., Karaskov A.M. Low-Cardiac-Output Syndrome After Cardiac Surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2017;31(1):291-308. doi:10.1053/j.jvca.2016.05.029

15. Cheng H., Clymer J.W., Po-Han Chen B., Sadeghirad B., Ferko N.C., Cameron C.G., Hinoul P. Prolonged operative duration is associated with complications: a systematic review and meta-analysis. *J Surg Res.* 2018;229:134-144. doi: 10.1016/j.jss.2018.03.022

16. Little M., Gray A.M., Altman D.G., Benedetto U., Flather M., Gerry S., Lees B., Murphy J., Gaudino M., Taggart D.P.; Arterial Revascularization Trial Investigators. Cost-effectiveness of bilateral versus single internal thoracic artery grafts at ten years. *Eur Hear journal Qual care Clin outcomes.* 2022;8(3):324-332. doi: 10.1093/ehjqcco/qcab004.

17. Sareh S., Hadaya J., Sanaiha Y., Aguayo E., Dobaria V., Shemin R.J., Omari B., Benharash P. Predictors and In-Hospital Outcomes Among Patients Using a Single Versus Bilateral Mammary Arteries in Coronary Artery Bypass Grafting. *Am J Cardiol.* 2020;134:41-47. doi:10.1016/j.amjcard.2020.08.011

Для цитирования: Фролов А.В., Загородников Н.И., Иванов С.В., Тарасов Р.С. Госпитальные результаты бимаммарного коронарного шунтирования. Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. 2023;12(2): 163-172. DOI: 10.17802/2306-1278-2023-12-2-163-172

To cite: Frolov A.V., Zagorodnikov N.I., Ivanov S.V., Tarasov R.S. In-hospital outcomes of bilateral internal mammary artery grafting. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases.* 2023;12(2): 163-172. DOI: 10.17802/2306-1278-2023-12-2-163-172