

3.1.15. Сердечно-сосудистая хирургия (медицинские науки)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УСТРОЙСТВА ВНУТРИАОРТАЛЬНОЙ БАЛЛОННОЙ КОНТРПУЛЬСАЦИИ КАК МЕТОДА МЕХАНИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ КРОВООБРАЩЕНИЯ У ПАЦИЕНТОВ С ПОСТИНФАРКТНЫМИ АНЕВРИЗМАМИ ЛЕВОГО ЖЕЛУ- ДОЧКА И ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНИ СЕРДЦА

*А.В. Протопопов¹, М.О. Жульков¹, А.Д. Лиманский¹, А.Г. Макаев¹, С.Е. Хрущев², А.В. Богачев-Прокофьев¹

¹ ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр имени академика Е.Н. Мешалкина»

Министерства здравоохранения Российской Федерации

² ФГБУ науки Институт математики им. С.Л. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук,
Новосибирск, Российская Федерация

*Адрес для корреспонденции (Correspondence to): Протопопов Андрей Владимирович (Andrey V. Protopopov), e-mail: andrew-uss@yandex.ru

АННОТАЦИЯ

Введение: постинфарктные аневризмы левого желудочка (ПИАЛЖ) ассоциированы с высоким риском сердечной недостаточности и летальности. Роль превентивного использования внутриаортальной баллонной контрпульсации (ВАБК) у данной категории пациентов остаётся спорной.

Материалы и методы: в ретроспективное одноцентровое когортное исследование включены 160 пациентов с ПИАЛЖ и фракцией выброса (ФВ) ЛЖ <40%, которым выполнены реконструкция ЛЖ и аортокоронарное шунтирование. После псевдорандомизации (propensity score matching, 1:1) сформированы две группы: с превентивным применением ВАБК (n=80) и без ВАБК (n=80). Первичная конечная точка - отдаленная летальность.

Результаты: применение ВАБК не оказало статистически значимого влияния на 30-дневную (ОШ=6,08; p=0,17) и отдаленную летальность (ОР=0,76; p=0,41). Независимыми факторами отдаленной летальности явились сахарный диабет (ОР=2,65; p=0,02), хроническая ишемия нижних конечностей (ОР=2,76; p=0,038), исходный конечно-диастолический объем ЛЖ (ОР=1,01; p=0,039) и время искусственного кровообращения (ОР=1,01; p=0,029). Техника Dor ассоциировалась со снижением риска (ОР=0,35; p=0,014).

Выводы: превентивное периоперационное применение ВАБК у пациентов с ПИАЛЖ и ФВ<40% не улучшает 30-дневную и отдаленную выживаемость, что поддерживает современные рекомендации по селективному использованию данного метода.

Ключевые слова: внутриаортальная баллонная контрпульсация, постинфарктная аневризма левого желудочка, механическая поддержка кровообращения, реконструкция левого желудочка, отдаленная летальность.

Для цитирования. А.В. Протопопов, М.О. Жульков, А.Д. Лиманский, А.Г. Макаев, С.Е. Хрущев, А.В. Богачев-Прокофьев, «ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УСТРОЙСТВА ВНУТРИАОРТАЛЬНОЙ БАЛЛОННОЙ КОНТРПУЛЬСАЦИИ КАК МЕТОДА МЕХАНИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ КРОВООБРАЩЕНИЯ У ПАЦИЕНТОВ С ПОСТИНФАРКТНЫМИ АНЕВРИЗМАМИ ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА И ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНИ СЕРДЦА». Ж. МИНИМАЛЬНО ИНВАЗИВНАЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ ХИРУРГИЯ. 2026; 2(2): 39–48.

USE OF INTRA-AORTIC BALLOON COUNTERPULSATION AS A METHOD OF MECHANICAL CIRCULATORY SUPPORT IN PATIENTS WITH POSTINFARCTION LEFT VENTRICULAR ANEURYSMS AND CORONARY ARTERY DISEASE

Andrey V. Protopopov¹, Maksim O. Zhulkov¹, Alexey D. Limansky¹, Alexander G. Makaev¹, Sergey Ye. Khrushchev²,
Alexander V. Bogachev-Prokophiev¹

¹FSBI "Meshalkin National Medical Research Center" of the Ministry of Health of the Russian Federation

²FSBI "Sobolev Institute of Mathematics of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences" of the Ministry of Health of the Russian Federation

ABSTRACT

Introduction: postinfarction left ventricular (LV) aneurysms are associated with a high risk of heart failure and mortality. The role of intra-aortic balloon counterpulsation (IABP) in this patient population remains controversial.

Materials and methods: this retrospective single-center cohort study included 160 patients with postinfarction LV aneurysms and ejection fraction (EF) <40% who underwent LV reconstruction and coronary artery bypass grafting. After propensity score matching (1:1), two groups were formed: IABP (n=80) and no IABP (n=80). The primary endpoint was long-term mortality.

Results: IABP use showed no statistically significant difference on 30-day (OR=6.08; p=0.17) or long-term mortality (HR=0.76; p=0.41). Independent predictors of long-term mortality included diabetes mellitus (HR=2.65; p=0.02), chronic lower limb ischemia (HR=2.76; p=0.038), baseline LV end-diastolic volume (HR=1.01; p=0.039), and cardiopulmonary bypass time (HR=1.01; p=0.029). The Dor procedure was associated with reduced risk (HR=0.35; p=0.014).

Conclusions: perioperative IABP use in patients with postinfarction LV aneurysms and EF<40% does not improve 30-day or long-term survival, supporting current guidelines for a more selective approach to IABP utilization.

Keywords: intra-aortic balloon counterpulsation, postinfarction left ventricular aneurysm, mechanical circulatory support, left ventricular reconstruction, long-term mortality.

ВВЕДЕНИЕ

В современной кардиохирургии постинфарктное ремоделирование левого желудочка остается одной из наиболее сложных клинических проблем, ассоциированных с высоким риском неблагоприятных исходов. Эпидемиологические данные свидетельствуют о том, что формирование аневризмы левого желудочка (ЛЖ) осложняет течение трансмурального инфаркта миокарда в 10-35% случаев, при этом пятилетняя летальность у данной категории пациентов достигает 70% [1]. Столь высокие показатели смертности обусловлены прогрессирующей сердечной недостаточностью и жизнеугрожающими нарушениями ритма, что определяет необходимость совершенствования существующих и разработки новых стратегий гемодинамической поддержки.

Патофизиологической основой неблагоприятного прогноза при постинфарктной аневризме ЛЖ является комплекс структурно-функциональных нарушений сердечной механики. Утрата сократительной способности рубцово-измененного сегмента миокарда инициирует каскад компенсаторно-адаптационных реакций, включающих дилатацию полости желудочка, увеличение напряжения стенки по закону Лапласа и прогрессирующее снижение фракции выброса [2]. Формирующийся порочный круг гемодинамических нарушений создает предпосылки для развития таких осложнений, как отек легких, кардиогенный шок и фатальные желудочковые аритмии, что обостряет необходимость своевременной и адекватной коррекции внутрисердечной гемодинамики.

Несмотря на внедрение в клиническую практику современных подходов к лечению пациентов с постинфарктными аневризмами ЛЖ, включающих оптимизированную медикаментозную терапию (ингибиторы ангиотензин-превращающего фермента, бета-адреноблокаторы, антагонисты минералокортикоидных рецепторов) и различные варианты хирургической реконструкции желудочка [3]. Ограничения стандартных терапевтических подходов связаны с их недостаточной способностью обеспечивать эффективную разгрузку миокарда в критический период ремоделирования, когда потребность в гемодинамической поддержке максимальна.

Внутриаортальная баллонная контрпульсация (ВАБК) представляет собой метод механической поддержки кровообращения, основанный на принципе синхронизированной с сердечным циклом контрпульсации. Физиологический механизм действия устройства заключается в быстром нагнетании гелия в баллон в диастолу, что обеспечивает повышение диастолического давления в аорте и, как следствие, увеличение коронарного кровотока, а также в активном сдувании баллона в систолу, что приводит к снижению постнагрузки на левый желудочек. Данная двухфазная модуляция гемодинамики позволяет не только улучшить перфузию ишемизированного миокарда, но и уменьшить потребность миокарда в кислороде за счет снижения работы левого желудочка. Теоретически

превентивное применение ВАБК в ранние сроки после инфаркта миокарда может минимизировать прогрессирование аневризматического расширения и предотвратить развитие тяжелой сердечной недостаточности за счет стабилизации внутрисердечной гемодинамики и ограничения процессов патологического ремоделирования. Вместе с тем, клиническое внедрение ВАБК в качестве превентивной стратегии у пациентов с постинфарктными аневризмами ЛЖ и сниженной фракцией выброса (ФВ) ЛЖ сдерживается отсутствием унифицированных протоколов, определяющих четкие критерии отбора пациентов, оптимальные сроки инициализации поддержки, а также продолжительность применения устройства. Результаты крупных рандомизированных исследований, в частности IABP-SHOCK II, продемонстрировали отсутствие значимого влияния ВАБК на 30-дневную летальность у пациентов с инфаркт-ассоциированным кардиогенным шоком, что привело к пересмотру рекомендаций по применению данного метода в сторону их сужения (класс III в текущих руководствах) [4, 5]. Это определяет актуальность переоценки роли внутриаортальной баллонной контрпульсации в рамках персонализированного подхода к ведению больных с постинфарктными аневризмами ЛЖ.

Актуальность настоящего исследования подтверждается позицией ведущих профессиональных сообществ. В соответствии с экспертным консенсусом Американской ассоциации торакальных хирургов (AATS, 2025), своевременное применение механической поддержки кровообращения у пациентов с механическими осложнениями инфаркта миокарда является критически важным компонентом комплексной терапии, однако четкие критерии выбора метода и сроков инициации поддержки требуют дальнейшего уточнения [6]. Европейское общество кардиологов (ESC, 2023) также подчеркивает необходимость разработки индивидуализированных стратегий ранней гемодинамической поддержки для пациентов высокого риска [7].

Целью данной работы является оценка клинической эффективности превентивного использования внутриаортальной баллонной контрпульсации в ранние пред- и постоперационные периоды у пациентов с постинфарктными аневризмами левого желудочка. На основе анализа гемодинамических параметров и клинических исходов планируется определить целесообразность применения ВАБК с целью минимизации риска декомпенсации сердечной недостаточности и улучшения непосредственных и отдаленных результатов лечения данной когорты больных.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Дизайн исследования и этические аспекты

Настоящая научная работа представляет собой ретроспективное одноцентровое когортное исследование, включившее взрослых пациентов с постинфарктными аневризмами левого желудочка (ПИАЛЖ) и гемодинами-

чески значимым поражением коронарных артерий, которым в период с 2003 по 2021 гг. выполнены реконструкция левого желудочка и аортокоронарное шунтирование (АКШ) в ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. академика Е.Н. Мешалкина» Минздрава России. Ввиду ретроспективного характера работы с анонимизированными данными пациентов индивидуальное информированное согласие и формальное одобрение локального этического комитета не требовались. Все идентификаторы пациентов были удалены до проведения анализа для обеспечения конфиденциальности.

Критериями включения в исследование служили подтвержденная методами визуализации (эхокардиография или магнитно-резонансная томография) ПИАЛЖ; гемодинамически значимое поражение коронарных артерий, требующее выполнения АКШ (первичное показание к операции); необходимость выполнения пластики левого желудочка; фракция выброса левого желудочка (ФВЛЖ) менее 40%. Критерии исключения представлены на рисунке 1.

Из 842 пациентов, оперированных по поводу ПИАЛЖ в указанный период, были исключены 682 случая по следующим причинам: повторные операции (n=10), сопутствующие вмешательства на аортальном и/или митральном клапане (n=17), инфаркт задней стенки левого желудочка (n=3), ФВЛЖ $\geq 40\%$ (n=638), наличие тяжелых внесердечных заболеваний (онкологическая патология, COVID-19), приведших к летальному исходу (n=14).

Таким образом, в итоговую когорту были включены 160 пациентов. Для минимизации систематической ошибки отбора был проведен анализ (propensity score matching, PSM) в соотношении 1:1. После сопоставления сформированы две группы: группа, в которой в ранние пред- и постоперационные периоды использовалась внутриаортальная баллонная контрпульсация (ВАБК, n=80), и контрольная группа, в которой ВАБК не применялась (n=80) (рис. 2). Показанием к превентивной установке ВАБК служил высокий риск развития сердечной недостаточности на фоне ФВЛЖ $<40\%$ и аневризматической деформации левого желудочка с сочетанным ИБС. Первичной конечной точкой исследования являлась отдаленная летальность.

Сбор данных и последующее наблюдение

При поступлении в стационар оценивались анамнестические и демографические характеристики пациентов. Отдаленные результаты оценивались путем телефонного контакта и анкетирования выживших пациентов. В случае утраты контакта статус выживания определялся по последней известной дате или записям о госпитализации.

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Для оценки клинической эффективности превентивного использования ВАБК в ранние пред- и постоперационные периоды у пациентов с постинфарктными аневризмами левого желудочка мы применили псевдорандомизацию

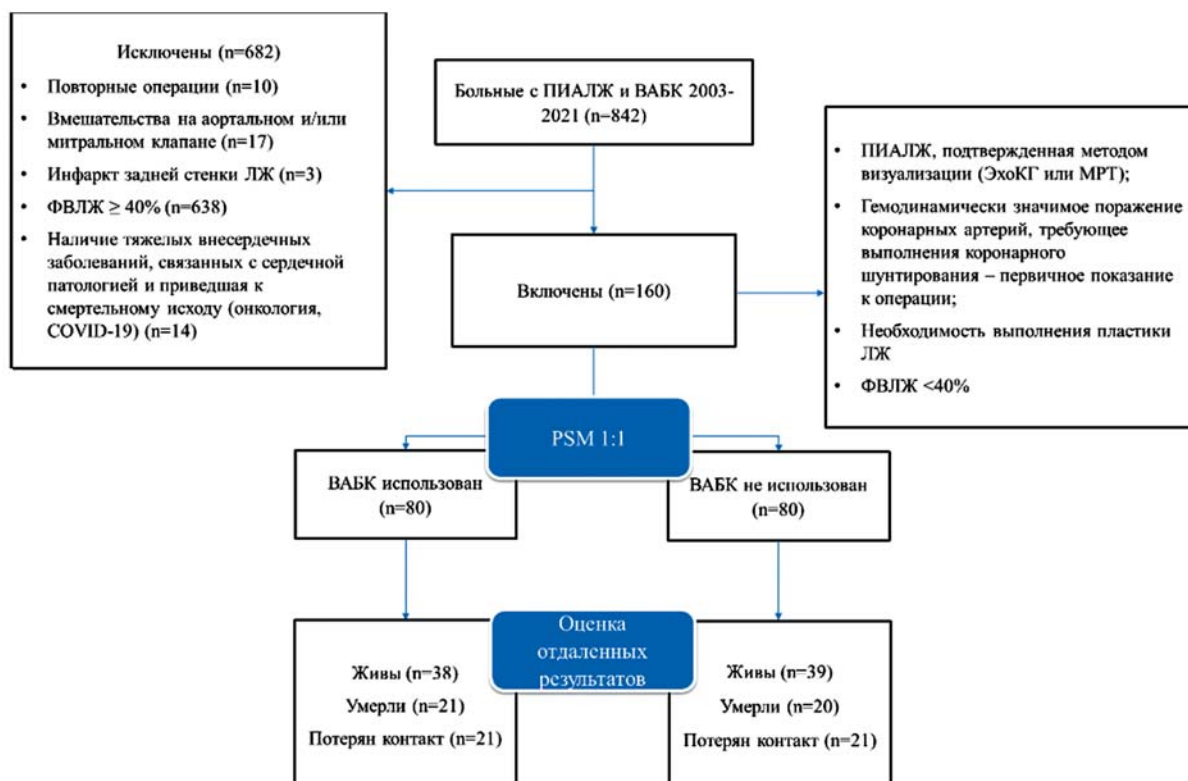


Рис. 1. Дизайн исследования.

Fig. 1. Study flowchart.

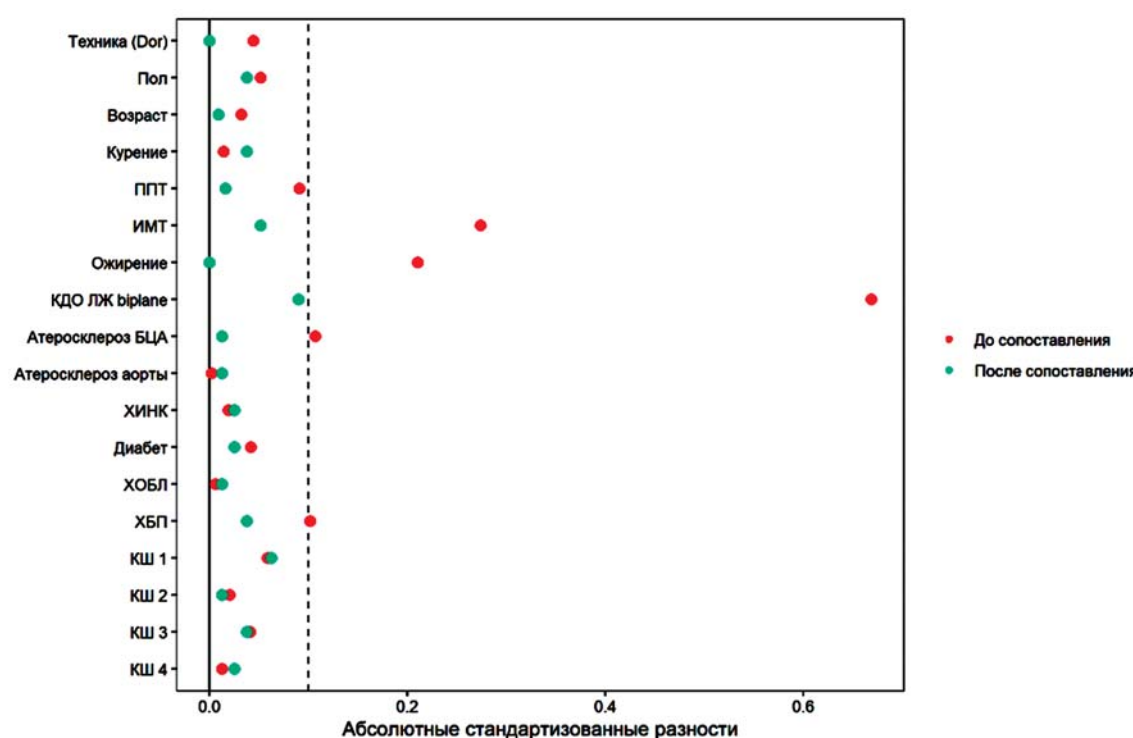


Рис. 2. Балансировка групп по ковариатам.

Fig. 2. Covariate balance between groups.

(propensity score matching) в соотношении 1:1, что позволило сопоставить каждого пациента из группы с ВАБК с одним пациентом из группы без ВАБК. Выполнялось сопоставление по методу ближайшего соседа без возвращения, с использованием с максимального внутрипарного расстояния (caliper) 0,1 для вероятностей попадания в группу с ВАБК. Индекс склонности (вероятность попадания в группу с ВАБК) оценивался с помощью логистической регрессии со следующими ковариатами: техника операции (Dor или Cooley), пол, возраст, курение, площадь поверхности тела (ППТ), индекс массы тела (ИМТ), ожирение, конечно-диастолический объем (КДО) при биплановом измерении, фракция выброса (ФВ) при биплановом измерении, атеросклероз БЦА, атеросклероз аорты, хроническая ишемия нижних конечностей (ХИНК), сахарный диабет, хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ), хроническая болезнь почек (ХБП) и количество шунтируемых сосудов (1-4). Кроме того, проведено точное сопоставление по технике операции. Всего было сопоставлено 160 пациентов (80 в группе с ВАБК и 80 в группе без ВАБК).

Для проверки баланса групп после сопоставления были рассчитаны абсолютные стандартизованные разности: для непрерывных переменных — как абсолютные стандартизованные разности средних, для бинарных переменных — как абсолютные разности долей. Кроме того, для непрерывных переменных были рассчитаны отношения дисперсий. Переменная считалась сбалансированной

между группами, если абсолютная стандартизованная разность составила $<0,1$, и, кроме того, для непрерывных переменных отношения дисперсий находились в интервале $>0,5$ и <2 .

Все непрерывные переменные на основании визуального анализа гистограмм считались не имеющими нормально-го распределения. Непрерывные переменные представлены в виде медиан с указанием межквартильного размаха. Категориальные переменные представлены в виде абсолютных значений с указанием соответствующих долей.

Для выявления факторов, ассоциированных с 30-дневной летальностью, в сопоставленных данных использовалась логистическая регрессия. Для сравнения отдаленной летальности в сопоставленных данных применялся однофакторный регрессионный анализ Кокса. Результаты анализа выживаемости представлены в виде кривых Каплана–Мейера с указанием отношения рисков (ОР), 95% доверительного интервала (ДИ) и соответствующего р-значения, рассчитанных с помощью однофакторной регрессионной модели Кокса. Для оценки независимых факторов риска летальности в отдаленном периоде была применена многофакторная регрессионная модель Кокса. Статистически значимыми считались различия при $p < 0,05$.

Статистические расчеты выполнены с использованием программы R версии 4.3.3 (R Foundation for Statistical Computing, Вена, Австрия; URL: <https://www.R-project.org/>).

Таблица 1. Клинико-анамнестические характеристики пациентов до и после PSM
Table 1. Clinical and anamnestic characteristics of patients before and after propensity score matching (PSM)

	До PSM / Before PSM			После PSM / After PSM		
	Без ВАБК / No IABP	ВАБК / IABP	АСД / ASD	Без ВАБК/ No IABP	ВАБК/ IABP	АСД / ASD
Количество пациентов / Number of patients	181 (100%)	111 (100%)		80 (100%)	80 (100%)	
Dor	67 (37%)	46 (41,4%)	0,044	36 (45%)	36 (45%)	
Пол / Sex	24 (13,3%)	9 (8,1%)	0,052	6 (7,5%)	9 (11,2%)	0,038
Возраст / Age	58 (53; 63)	57 (53; 62)	0,032	58 (53; 63,2)	57 (53; 62,2)	0,009
Курение / Smoking	61 (33,7%)	39 (35,1%)	0,014	29 (36,2%)	26 (32,5%)	0,037
ППТ / BSA	2 (1,8; 2,1)	2 (1,8; 2,1)	0,091	1,9 (1,8; 2,1)	1,9 (1,8; 2)	0,016
ИМТ / BMI	29,4 (26,1; 32,4)	27,7 (25; 30,4)	0,274	27,8 (24,9; 30,4)	27,8 (25,1; 30,6)	0,052
Ожирение / Obesity	87 (48,1%)	30 (27%)	0,210	23 (28,7%)	23 (28,7%)	0
КДО Biplane исходно / Baseline EDV Biplane	200 (175,5; 226,5)	234 (204,2; 281,2)	0,669	222,5 (191,2; 252)	224,5 (194,2; 256,8)	0,090
Атеросклероз БЦА / BAD	41 (22,7%)	37 (33,3%)	0,107	24 (30%)	25 (31,2%)	0,013
Атеросклероз аорты / AA	2 (1,1%)	1 (0,9%)	0,002	2 (2,5%)	1 (1,2%)	0,012
ХИНК / CHLI	21 (11,6%)	15 (13,5%)	0,019	11 (13,8%)	9 (11,2%)	0,025
Диабет / Diabetes	32 (17,7%)	15 (13,5%)	0,042	12 (15%)	10 (12,5%)	0,025
ХОБЛ / COPD	12 (6,6%)	8 (7,2%)	0,006	6 (7,5%)	5 (6,2%)	0,012
ХБП / CKD	24 (13,3%)	26 (23,4%)	0,102	20 (25%)	17 (21,2%)	0,038
КШ 1 / CG 1	66 (36,5%)	34 (30,6%)	0,058	24 (30%)	29 (36,2%)	0,062
КШ 2 / CG 2	55 (30,4%)	36 (32,4%)	0,020	26 (32,5%)	25 (31,2%)	0,013
КШ 3 / CG 3	48 (26,5%)	34 (30,6%)	0,041	23 (28,7%)	20 (25%)	0,037
КШ 4 / CG 4	12 (6,6%)	6 (5,4%)	0,012	7 (8,8%)	5 (6,2%)	0,025

Примечание: ВАБК - внутриаортальная баллонная контрпульсация; ППТ - площадь поверхности тела; ИМТ - индекс массы тела; КДО - конечно-диастолический объем; БЦА - брахиоцефальные артерии; ХИНК - хроническая ишемия нижних конечностей; ХОБЛ - хроническая обструктивная болезнь легких; ХБП - хроническая болезнь почек; КШ - коронарный шунт 1-4; АСД - абсолютная стандартизированная разность.

Note: IABP - intra-aortic balloon counterpulsation; BSA - body surface area; BMI - body mass index; EDV - end-diastolic volume; BAD - brachiocephalic arteries disease; AA - aortic atherosclerosis; CHLI - chronic lower limb ischemia; COPD - chronic obstructive pulmonary disease; CKD - chronic kidney disease; CG - coronary graft 1-4; ASD - absolute standardized difference.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Исходно исходные ковариаты не были сбалансированы между двумя группами, о чем свидетельствуют величины абсолютных стандартизированных разностей. Однако после применения метода псевдорандомизации распределение ковариат стало сопоставимым в обеих группах (**табл. 1**). До PSM сахарный диабет (СД) присутствовал у 32 (17,7%) и 15 (13,5%) пациентов в группе без ВАБК и с ВАБК соответственно. Конечно-диастолический объем (КДО) составлял 200 (175,5–226,5) и 234 (204,2–281,2) соответственно. У пациентов, перенесших процедуру с использованием ВАБК, отмечалась более высокая частота атеросклероза брахиоцефальных артерий (БЦА) и более высокая распространенность хронической болезни почек

(ХБП) (**табл. 1**). После применения PSM сформированы две сопоставимые группы по 80 пациентов в каждой. Все клинико-анамнестические показатели были успешно сбалансированы: стандартизированные абсолютные разности (АСД) для всех переменных не превышали порогового значения 0,1, в том числе для возраста (АСД = 0,009), пола (АСД = 0,038), курения (АСД = 0,037) и ожирения (АСД = 0,0), что свидетельствует о корректности выполненного сопоставления (**табл.1**).

Для выявления факторов, ассоциированных с 30-дневной летальностью, проведен логистический регрессионный анализ. При однофакторном анализе значимым предиктором оказалось время искусственного кровообращения (ОШ=1,01; 95% ДИ: 1,00-1,02; p=0,017). Также выявлена тенденция к значимости для сахарного диабета (ОШ=4,2;

Таблица 2. Предикторы 30-дневной летальности по данным однофакторного и многофакторного логистического регрессионного анализа

Table 2. Predictors of 30-day mortality according to univariate and multivariate logistic regression analysis

Параметр / Parameter	Однофакторный анализ / Univariate analysis			Многофакторный анализ / Multivariate analysis		
	ОШ / OR	95% ДИ / 95% CI	p-value	ОШ / OR	95% ДИ / 95% CI	p-value
ВАБК / IABP	3,16	0,70, 22,1	0,17	6,08	0,64, 142	0,17
Dor	2,11	0,50, 10,6	0,32	1,7	0,08, 41,7	0,73
Пол мужской / Male	1,41	0,07, 8,77	0,76	0,08	0,00, 6,93	0,31
Возраст / Age	1,05	0,96, 1,16	0,33	1,05	0,91, 1,24	0,52
Курение / Smoking	0,62	0,09, 2,81	0,57	1,19	0,06, 15,9	0,9
ППТ / BSA	0,3	0,00, 14,5	0,56	0	0,00, 7,57	0,16
ИМТ / BMI	1,04	0,88, 1,21	0,64	1,14	0,65, 2,23	0,67
Ожирение / Obesity	1,52	0,30, 6,47	0,58	1,93	0,06, 95,3	0,71
КДО Biplane исходно / Baseline EDV Biplane	1	0,99, 1,01	0,59	1	0,98, 1,02	0,93
ФВ Biplane исходно / Baseline EF Biplane	0,9	0,80, 1,02	0,079	0,89	0,68, 1,12	0,34
ИК / CBP time	1,01	1,00, 1,02	0,017	1,02	1,00, 1,05	0,077
Окклюзия аорты / Aortic cross-clamp time	1,01	0,99, 1,03	0,32	1	0,97, 1,03	0,9
Атеросклероз БЦА / BAD	1,38	0,27, 5,87	0,67	2,84	0,23, 69,1	0,44
ХИНК / CHLI	2,48	0,35, 11,8	0,29	2,93	0,19, 41,5	0,41
Диабет / Diabetes	4,2	0,81, 18,6	0,062	27,9	2,43, 877	0,017*
ХОБЛ / COPD	0		>0,99	0		>0,99
ХБП / CKD	3,61	0,81, 16,0	0,081	4,51	0,48, 60,2	0,2

Примечание: ДИ - доверительный интервал, ОШ - отношения шансов. Dor - техника операции Dor (в сравнении с Cooley), ВАБК - внутриаортальная баллонная контрпульсация; ППТ - площадь поверхности тела; ИМТ - индекс массы тела; КДО - конечно-диастолический объем; ФВ - фракция выброса; ИК - искусственное кровообращение; ХИНК - хроническая ишемия нижних конечностей; БЦА - брахиоцефальные артерии; ХОБЛ - хроническая обструктивная болезнь легких; ХБП - хроническая болезнь почек.

Note: CI - confidence interval; OR - odds ratio; Dor - Dor procedure (compared to Cooley); IABP - intra-aortic balloon counterpulsation; BSA - body surface area; BMI - body mass index; EDV - end-diastolic volume; EF - ejection fraction; CPB - cardiopulmonary bypass; CHLI - chronic lower limb ischemia; BAD - brachiocephalic arteries disease; COPD - chronic obstructive pulmonary disease; CKD - chronic kidney disease.

95% ДИ: 0,81-18,6; $p=0,062$). В многофакторной модели единственным статистически значимым независимым предиктором 30-дневной летальности стал сахарный диабет (ОШ=27,9; 95% ДИ: 2,43-877; $p=0,017$). Использование ВАБК не показало статистически значимой связи с ранней летальностью ни при однофакторном (ОШ=3,16; $p=0,17$), ни при многофакторном анализе (ОШ=6,08; $p=0,17$). Время искусственного кровообращения в многофакторной модели сохранило тенденцию к значимости (ОШ=1,02; $p=0,077$) (табл. 2).

При анализе отдаленной летальности в однофакторном регрессионном анализе Кокса потенциальными факторами риска явились курение (ОР=1,91; 95% ДИ: 1,09-3,32; $p=0,023$), сахарный диабет (ОР=2,28; 95% ДИ: 1,10-4,70; $p=0,026$), а также ХИНК, для которой отмечена тенденция к значимости (ОР=2,26; 95% ДИ: 0,98-5,21; $p=0,055$). Многофакторная модель позволила выявить несколько независимых предикторов отдаленной летальности, так операция Dor ассоциировалась со значимым снижением

риска отдаленной летальности (ОР=0,35; 95% ДИ: 0,15-0,80; $p=0,014$). Увеличение показателя КДО ЛЖ сопровождалось незначительным, но статистически значимым повышением риска (ОР=1,01; 95% ДИ: 1,00-1,01; $p=0,039$). Время искусственного кровообращения также являлось значимым предиктором увеличения риска отдаленной летальности (ОР=1,01; 95% ДИ: 1,00-1,01; $p=0,029$). Наличие ХИНК увеличивало риск летального исхода почти в три раза (ОР=2,76; 95% ДИ: 1,06-7,21; $p=0,038$); сахарный диабет сохранил свою статистическую значимость как предиктор отдаленной летальности (ОР=2,65; 95% ДИ: 1,16-6,05; $p=0,02$) (табл. 3).

Применение ВАБК не оказывало статистически значимого влияния на отдаленную летальность ни при однофакторном (ОР=0,84; $p=0,53$), ни при многофакторном анализе (ОР=0,76; $p=0,41$). Таким образом, в сбалансированной выборке периоперационная поддержка ВАБК не продемонстрировала значимого влияния на отдаленную выживаемость (рис. 3).

Таблица 3. Предикторы отдаленной летальности по данным однофакторного и многофакторного регрессионного анализа Кокса

Table 3. predictors of long-term mortality according to univariate and multivariate Cox regression analysis

Параметр / Parameter	Однофакторный анализ / Univariate analysis			Многофакторный анализ / Multivariate analysis		
	OP / OR	95% ДИ / 95% CI	p-value	OP / OR	95% ДИ / 95% CI	p-value
БАБК / IABP	0,84	0,49, 1,44	0,53	0,76	0,40, 1,45	0,41
Dor	0,64	0,37, 1,11	0,11	0,35	0,15, 0,80	0,014*
Пол мужской / Male	0,61	0,15, 2,53	0,49	0,93	0,18, 4,66	0,93
Возраст / Age	0,99	0,95, 1,02	0,45	0,98	0,94, 1,02	0,35
Курение/ Smoking	1,91	1,09, 3,32	0,023	1,92	0,94, 3,93	0,074
ППТ / BSA	1,1	0,22, 5,53	0,9	0,27	0,02, 4,28	0,36
ИМТ / BMI	1,02	0,94, 1,10	0,65	0,95	0,81, 1,10	0,49
Ожирение / Obesity	1,32	0,75, 2,35	0,34	1,63	0,48, 5,48	0,43
КДО Biplane исходно / Baseline EDV Biplane	1	1,00, 1,01	0,13	1,01	1,00, 1,01	0,039*
Окклюзия аорты / Aortic cross-clamp time	1	0,99, 1,01	0,77	1	0,99, 1,00	0,28
Атеросклероз БЦА / BAD	1,54	0,77, 3,07	0,22	1,41	0,66, 3,03	0,38
ХИНК / CHLI	2,26	0,98, 5,21	0,055	2,76	1,06, 7,21	0,038*
Диабет / Diabetes	2,28	1,10, 4,70	0,026	2,65	1,16, 6,05	0,02
ХОБЛ / COPD	1,42	0,50, 4,02	0,51	0,96	0,27, 3,37	0,95
ХБП / CKD	1,18	0,64, 2,18	0,6	0,93	0,43, 2,01	0,86

Примечание: ДИ - доверительный интервал, ОШ - отношения шансов. Dor - техника операции Dor (в сравнении с Cooley), БАБК - внутриаортальная баллонная контрпульсация; ППТ - площадь поверхности тела; ИМТ - индекс массы тела; КДО - конечно-диастолический объем; ФВ - фракция выброса; ИК - искусственное кровообращение; ХИНК - хроническая ишемия нижних конечностей; БЦА - брахиоцефальные артерии; ХОБЛ - хроническая обструктивная болезнь легких; ХБП - хроническая болезнь почек.

Note: CI - confidence interval; OR - odds ratio; Dor - Dor procedure (compared to Cooley); IABP - intra-aortic balloon counterpulsation; BSA - body surface area; BMI - body mass index; EDV - end-diastolic volume; EF - ejection fraction; CPB - cardiopulmonary bypass; CHLI - chronic lower limb ischemia; BAD - brachiocephalic arteries disease; COPD - chronic obstructive pulmonary disease; CKD - chronic kidney disease.

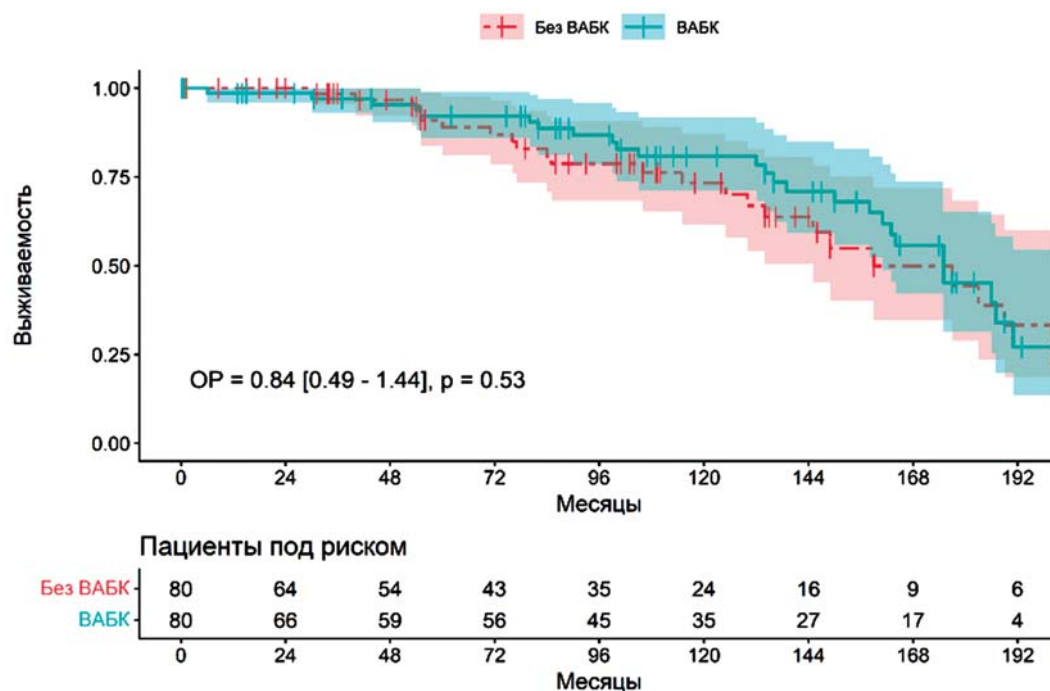


Рис. 3. Кривые Каплана-Мейера выживаемости пациентов с и без применения внутриаортальной баллонной контрпульсации.

Fig. 3. Kaplan-Meier survival curves of patients with and without intra-aortic balloon counterpulsation.

ОБСУЖДЕНИЕ

Использование ВАБК как метода механической поддержки кровообращения у пациентов, которым планируется КШ и/или пластика ЛЖ является одним из самых распространенных и доступных методов, однако эффективность и влияние на отдаленную выживаемость все еще вызывает определенные сомнения [9]. В ходе анализа мировой литературы результаты варьируются, в настоящем исследовании проведен анализ влияния периоперационного применения ВАБК на ранние и отдаленные результаты хирургического лечения у пациентов с ПИАЛЖ и ИБС. Основные результаты свидетельствуют об отсутствии статистически значимого влияния ВАБК как на 30-дневную, так и на отдаленную летальность после применения PSM. В то же время выявлены независимые предикторы неблагоприятного прогноза, включая сахарный диабет, наличие ХИНК, время искусственного кровообращения и исходный конечно-диастолический объем левого желудочка.

Полученные данные о нейтральном влиянии ВАБК на летальность согласуются с результатами современных крупных исследований и мета-анализов. В недавнем многоцентровом ретроспективном исследовании Daoulah A. и соавт., включившем 914 пациентов с поражением ствола левой коронарной артерии, после применения PSM также не было выявлено различий между группами с ВАБК и без, несмотря на то что пациенты группы ВАБК исходно имели более высокий хирургический риск (EuroSCORE >8% - 39,6% против 11,86%, $p < 0,001$) и более высокий показатель SYNTAX (33 против 29, $p = 0,02$), после формирования сопоставимых групп различия по ключевым послеоперационным исходам, включая острое повреждение почек, инсульт, инфаркт миокарда и сердечную смерть, не достигли статистической значимости. В то же время применение ВАБК ассоциировалось с увеличением длительности искусственной вентиляции легких (15,5 ч против 8,5 ч, $p = 0,03$) и продолжительности пребывания в отделении реанимации (4 дня против 3 дней, $p = 0,01$) [10].

ВАБК часто используется в качестве превентивной меры у пациентов перед кардиохирургическим вмешательством. Группа авторов под руководством Pilarczyk K. провели крупное сравнительное исследование в рамках мета-анализа 9 рандомизированных исследований. В ходе работы выяснилось, что снизилась частота синдрома малого сердечного выброса и уменьшилось количество дней пребывания в палате реанимации и интенсивной терапии, но не было статистически значимой разницы по выживаемости [11]. В рамках данного мета-анализа авторы отметили, что состав пациентов и критерии отнесения к группе высокого риска существенно различались между исследованиями. Так, в ряде работ к пациентам высокого риска причисляли тех, у кого фракция выброса была ниже 30%,

наблюдалось критическое сужение левого основного ствола коронарной артерии или требовалось повторное хирургическое вмешательство. В нашем исследовании мы брали пациентов с ФВ ЛЖ менее 40%.

В свою очередь, Poirier и его коллеги выполнили мета-анализ, объединив данные рандомизированных и наблюдательных исследований: 11 рандомизированных испытаний и 22 наблюдательных исследований, в общей сложности охвативших более 40 тысяч пациентов [12].

Эволюция взглядов на применение ВАБК нашла отражение в последних клинических рекомендациях. В обновленных в 2025 году рекомендациях Американского колледжа кардиологов (ACC) и Американской кардиологической ассоциации (АНА) по ведению пациентов с острыми коронарными синдромами рутинное применение ВАБК при инфаркте миокарда, осложненном кардиогенным шоком, было реклассифицировано с класса IIa на класс III (отсутствие пользы) [6, 7]. Это решение основано на результатах исследования IABP-SHOCK II, которое не продемонстрировало снижения 30-дневной и 6-летней летальности при использовании ВАБК у данной категории пациентов. Таким образом, результаты нашего исследования дополняют растущий массив доказательств, свидетельствующих о том, что рутинное или профилактическое применение ВАБК у кардиохирургических пациентов высокого риска не обеспечивает дополнительных преимуществ в отношении выживаемости, что требует пересмотра клинической практики в сторону более селективного использования данного метода.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты проведенного исследования свидетельствуют об отсутствии значимого влияния периоперационного применения ВАБК на 30-дневную и отдаленную летальность у пациентов, перенесших реконструкцию ЛЖ и КШ. Эти данные согласуются с современными клиническими рекомендациями, пересматривающими рутинное использование ВАБК в сторону более селективного подхода.

Ограничения исследования

Необходимо учитывать ряд ограничений настоящего исследования.

Во-первых, ретроспективный дизайн и возможное наличие неучтенных вмешивающихся факторов, несмотря на применение метода PSM, могли повлиять на полученные результаты.

Во-вторых, относительно небольшой объем выборки после сопоставления (по 80 пациентов в каждой группе) мог ограничить статистическую мощность для выявления различий по ряду показателей.

Наконец, отсутствие единого протокола применения ВАБК могло внести значительное влияние на результаты исследования. ■

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Velazquez E.J., Lee K.L., Jones R.H. et al. Coronary-artery bypass surgery in patients with left ventricular dysfunction. *N Engl J Med.* 2011;364(17):1607-1616. DOI: [10.1056/NEJ-Moa1100356](#)
2. Sutton M.G., Sharpe N. Left ventricular remodeling after myocardial infarction: pathophysiology and therapy. *Circulation.* 2000;101(25):2981-2988. DOI: [10.1161/01.cir.101.25.2981](#)
3. Протопопов А.В., Сирота Д.А., Жульков М.О., Агаева Х.А. 65 лет «открытой» хирургии аневризм левого желудочка с использованием искусственного кровообращения: Д. Кули, К. Лиллихай, Б.В. Петровский. Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. 2024; 13(2):93-100. DOI: [10.17802/2306-1278-2024-13-2-93-100](#)
4. Thiele H., Zeymer U., Neumann F.J. et al. Intra-aortic balloon counterpulsation in acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock (IABP-SHOCK II): final 12-month results of a randomised, open-label trial. *Lancet.* 2013;382(9905):1638-1645. DOI: [10.1016/S0140-6736\(13\)61783-3](#)
5. Thiele H., Zeymer U., Thekmann N. et al. Intraaortic Balloon Pump in Cardiogenic Shock Complicating Acute Myocardial Infarction: Long-Term 6-Year Outcome of the Randomized IABP-SHOCK II Trial. *Circulation.* 2019;139(3):395-403. DOI: [10.1161/CIRCULATIONAHA.118.038201](#)
6. Kaczorowski D.J., Takeda K., Atluri P. et al. 2025 American Association for Thoracic Surgery (AATS) Expert Consensus Document: Surgical management of acute myocardial infarction and associated complications. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2025; S0022-5223(25)00302-2. DOI: [10.1016/j.jtcvs.2025.04.013](#)
7. Byrne R.A., Rossello X., Coughlan J.J. et al. 2023 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes. *Eur Heart J.* 2023;44(38):3720-3826. DOI: [10.1093/eurheartj/ehad191](#)
8. Daoulah A., Elmahrouk A., Arafat A.A. et al. Impact of preoperative intra-aortic balloon pump on outcomes in coronary artery bypass grafting for unprotected left-main coronary artery disease. *Cardiovasc Diagn Ther.* 2024;14(3):340-351.
9. del Carmen G.A., Axtell A., Chang D. et al. Intra-aortic balloon pump placement in coronary artery bypass grafting patients by day of admission. *J Cardiothorac Surg* 2020;15:219. DOI: [10.1186/s13019-020-01259-z](#)
10. Daoulah A., Elmahrouk A., Arafat A.A. et al. Impact of preoperative intra-aortic balloon pump on outcomes in coronary artery bypass grafting for unprotected left-main coronary artery disease. *Cardiovasc Diagn Ther.* 2024;14(3):340-351. DOI: [10.21037/cdt-23-418](#)
11. Pilarczyk K., Boening A., Jakob H. et al. Preoperative intra-aortic counterpulsation in high-risk patients undergoing cardiac surgery: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Eur J Cardiothorac Surg* 2016;49:5-17. DOI: [10.1093/ejcts/ezv258](#)
12. Poirier Y., Voisine P., Plourde G. et al. Efficacy and safety of preoperative intra-aortic balloon pump use in patients undergoing cardiac surgery: a systematic review and meta-analysis. *Int J Cardiol.* 2016;207:67-79. DOI: [10.1016/j.ijcard.2016.01.045](#)

REFERENCES

1. Velazquez E.J., Lee K.L., Jones R.H. et al. Coronary-artery bypass surgery in patients with left ventricular dysfunction. *N Engl J Med.* 2011;364(17):1607-1616. DOI: [10.1056/NEJ-Moa1100356](#)
2. Sutton M.G., Sharpe N. Left ventricular remodeling after myocardial infarction: pathophysiology and therapy. *Circulation.* 2000;101(25):2981-2988. DOI: [10.1161/01.cir.101.25.2981](#)
3. Protopopov A.V., Sirota D.A., Zhulkov M.O., Agaeva Kh.A. SIXTY-FIVE YEARS OF SURGICAL TREATMENT OF LEFT VENTRICULAR ANEURYSM USING CARDIOPULMONARY BYPASS: D. COOLEY, C. LILLEHEI, BORIS V. PETROVSKY. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases.* 2024; 13(2):93-100. DOI: [10.17802/2306-1278-2024-13-2-93-100](#) [In Russ.]
4. Thiele H., Zeymer U., Neumann F.J. et al. Intra-aortic balloon counterpulsation in acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock (IABP-SHOCK II): final 12-month results of a randomised, open-label trial. *Lancet.* 2013;382(9905):1638-1645. DOI: [10.1016/S0140-6736\(13\)61783-3](#)
5. Thiele H., Zeymer U., Thekmann N. et al. Intraaortic Balloon Pump in Cardiogenic Shock Complicating Acute Myocardial Infarction: Long-Term 6-Year Outcome of the Randomized IABP-SHOCK II Trial. *Circulation.* 2019;139(3):395-403. DOI: [10.1161/CIRCULATIONAHA.118.038201](#)
6. Kaczorowski D.J., Takeda K., Atluri P. et al. 2025 American Association for Thoracic Surgery (AATS) Expert Consensus Document: Surgical management of acute myocardial infarction and associated complications. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2025; S0022-5223(25)00302-2. DOI: [10.1016/j.jtcvs.2025.04.013](#)
7. Byrne R.A., Rossello X., Coughlan J.J. et al. 2023 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes. *Eur Heart J.* 2023;44(38):3720-3826. DOI: [10.1093/eurheartj/ehad191](#)
8. Daoulah A., Elmahrouk A., Arafat A.A. et al. Impact of preoperative intra-aortic balloon pump on outcomes in coronary artery bypass grafting for unprotected left-main coronary artery disease. *Cardiovasc Diagn Ther.* 2024;14(3):340-351.
9. del Carmen G.A., Axtell A., Chang D. et al. Intra-aortic balloon pump placement in coronary artery bypass grafting patients by day of admission. *J Cardiothorac Surg* 2020;15:219. DOI: [10.1186/s13019-020-01259-z](#)
10. Daoulah A., Elmahrouk A., Arafat A.A. et al. Impact of preoperative intra-aortic balloon pump on outcomes in coronary artery bypass grafting for unprotected left-main coronary artery disease. *Cardiovasc Diagn Ther.* 2024;14(3):340-351. DOI: [10.21037/cdt-23-418](#)

11. Pilarczyk K., Boening A., Jakob H. et al. Preoperative intra-aortic counterpulsation in high-risk patients undergoing cardiac surgery: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Eur J Cardiothorac Surg* 2016;49:5-17. DOI: 10.1093/ejcts/ezv258

12. Poirier Y., Voisine P., Plourde G. et al. Efficacy and safety of preoperative intra-aortic balloon pump use in patients undergoing cardiac surgery: a systematic review and meta-analysis. *Int J Cardiol* 2016;207:67-79. DOI: 10.1016/j.ijcard.2016.01.045.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Протопопов Андрей Владимирович – [ORCID: 0000-0002-2617-2447], аспирант, младший научный сотрудник научно-исследовательского отдела хирургии аорты, коронарных и периферических артерий института патологии кровообращения ФГБУ «НМИЦ им. ак. Е.Н. Мешалкина» Минздрава России; врач – сердечно-сосудистый хирург КХО № 2 ФГБУ «НМИЦ им. ак. Е.Н. Мешалкина» Минздрава России, 630055, Российская Федерация, Новосибирск, ул. Речкуновская, 15

Жульков Максим Олегович – [ORCID:0000-0001-7976-596X], кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник научно-исследовательского отдела хирургии аорты, коронарных и периферических артерий института патологии кровообращения ФГБУ «НМИЦ им. ак. Е.Н. Мешалкина» Минздрава России ФГБУ «НМИЦ им. ак. Е.Н. Мешалкина» Минздрава России, 630055, Российская Федерация, Новосибирск, ул. Речкуновская, 15

Лиманский Алексей Дмитриевич [ORCID: 0000-0003-4641-632X], ординатор по специальности «Сердечно-сосудистая хирургия» ФГБУ «НМИЦ им. ак. Е.Н. Мешалкина» Минздрава России ФГБУ «НМИЦ им. ак. Е.Н. Мешалкина» Минздрава России, 630055, Российская Федерация, Новосибирск, ул. Речкуновская, 15

Макаев Александр Геннадьевич – [ORCID: 0000-0002-0678-1026], аспирант, младший научный сотрудник научно-исследовательского отдела хирургии аорты, коронарных и периферических артерий института патологии кровообращения ФГБУ «НМИЦ им. ак. Е.Н. Мешалкина» Минздрава России;

ФГБУ «НМИЦ им. ак. Е.Н. Мешалкина» Минздрава России, 630055, Российская Федерация, Новосибирск, ул. Речкуновская, 15

Хрущев Сергей Евгеньевич – [ORCID: 0000-0002-0281-5022], кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник Лаборатории прикладных обратных задач, Новосибирск ФГБУ «НМИЦ им. ак. Е.Н. Мешалкина» Минздрава России, 630055, Российская Федерация, Новосибирск, ул. Речкуновская, 15

Богачев-Прокофьев Александр Владимирович – [ORCID: 0000-0003-4625-4631], профессор, д.м.н., директор института патологии кровообращения, врач – сердечно-сосудистый хирург КХО № 3 ФГБУ «НМИЦ им. ак. Е.Н. Мешалкина» Минздрава России 630055, Российская Федерация, Новосибирск, ул. Речкуновская, 15

Вклад авторов. Все авторы внесли эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Финансирование. Работа С.Е. Хрущева была поддержана Программой фундаментальных научных исследований Сибирского отделения Российской академии наук (проект № FWNF-2024-0001). Спонсоры не принимали участия в разработке дизайна исследования, сборе и анализе данных, принятии решения о публикации или подготовке рукописи.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

AUTHOR INFORMATION FORM

Andrey V. Protopopov – [ORCID:0000-0002-2617-2447], Postgraduate Student, Junior Researcher, Center for Surgery of the Aorta, Coronary and Peripheral Arteries, Institute of Circulation Pathology, Adult Cardiac Surgery Department №2 E.N. Meshalkin National Medical Research Centre, Novosibirsk 15, Rechkunovskaya St., Novosibirsk, Russian Federation, 630055

Maksim O. Zhulikov – [ORCID:0000-0001-7976-596X], MD, PhD, Cardiovascular Surgeon at the Center for Surgery of the Aorta, Coronary and Peripheral Arteries, Meshalkin National Medical Research Center, Ministry of Health of Russian Federation E.N. Meshalkin National Medical Research Centre, Novosibirsk 15, Rechkunovskaya St., Novosibirsk, Russian Federation, 630055

Alexey D. Limanskiy – [ORCID: 0000-0003-4641-632X], Resident in Cardiovascular Surgery, Meshalkin National Medical Research Center, Ministry of Health of Russian Federation E.N. Meshalkin National Medical Research Centre, Novosibirsk 15, Rechkunovskaya St., Novosibirsk, Russian Federation, 630055

Alexander G. Makaev – [ORCID: 0000-0002-0678-1026], Postgraduate Student, Junior Researcher, Research Department of Aortic, Coronary and Peripheral Artery Surgery, Institute of Circulation Pathology, Meshalkin National Medical Research Center, Ministry of Health of Russian Federation E.N. Meshalkin National Medical Research Centre, Novosibirsk 15, Rechkunovskaya St., Novosibirsk, Russian Federation, 630055

Sergey Ye. Khrushchev – [ORCID: 0000-0002-0281-5022], MD, PhD; Senior fellow at the Laboratory of Applied Inverse Problems, Novosibirsk, Russian Federation E.N. Meshalkin National Medical Research Centre, Novosibirsk 15, Rechkunovskaya St., Novosibirsk, Russian Federation, 630055

Alexander V. Bogachev-Prokophiev – [ORCID:0000-0003-4625-4631], MD, PhD, professor; Head of cardiac surgery department E.N. Meshalkin National Medical Research Centre, Novosibirsk 15, Rechkunovskaya St., Novosibirsk, Russian Federation, 630055

Contribution. All authors contributed equally to the preparation of the publication.

Funding. S.E. Khrushchev's work was supported by the Fundamental Scientific Research Program of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (project no. FWNF-2024-0001). The sponsors did not participate in the development of the research design, data collection and analysis, decision-making on publication or preparation of the manuscript.

Conflict of Interest. The authors declare no conflict of interest.