

Article/Review

Систематический обзор хирургии клапанов сердца с непрерывной коронарной перфузией на работающем сердце у пациентов с низкой фракцией выброса левого желудочка

У.Т. Хайруллаев *¹, Г.У. Муллабаева ¹, И.М. Шарипов ¹

¹ Отделение миниинвазивной кардиохирургии и послеоперационного восстановления, Республиканский специализированный научно-практический медицинский центр кардиологии, Ташкент 100052, Узбекистан umid.0911@mail.ru (У.Х.), guzal-m@inbox.ru (Г.М.), islamsharipov@mail.ru (И.Ш.)

* Correspondence: umid.0911@mail.ru; Tel.: +998 93 7007727 (У.Х.)

Аннотация:

Цель. Непрерывная коронарная перфузия на работающем сердце (НКПРС) — альтернатива кардиоплегии в хирургии клапанов, потенциально снижающая риск ишемического реперфузионного повреждения у пациентов с низкой фракцией выброса левого желудочка (ФВ ЛЖ).

Материалы и методы. Проведён систематический обзор проспективных и наблюдательных исследований, сравнивающих НКПРС и кардиоплегию, с акцентом на пациентов с ФВ ЛЖ <35%.

Результаты. Исследования (например, Matsumoto et al., 2002) не выявили значимых различий в смертности или осложнениях, но НКПРС снизила маркеры повреждения миокарда (Тропонин I, СК-МВ) на 20–40% по сравнению с кардиоплегией.

Заключение. НКПРС — безопасная альтернатива кардиоплегии с улучшенной защитой миокарда, но требуются качественные рандомизированные исследования.

Ключевые слова: непрерывная перфузия, Работающее сердце, Клапаны сердца, Защита миокарда, Кардиоплегия.

Systematic Review of Valve Surgery with Continuous Coronary Perfusion on Beating Heart in Patients with Low Left Ventricular Ejection Fraction

Umid T.Khayrullaev *¹, Guzal U.Mullabaeva ¹, Islamjan M.Sharipov ¹

¹ Department of Minimally Invasive Cardiac Surgery and Postoperative Rehabilitation, Republican Specialized Scientific and Practical Medical Center of Cardiology, Tashkent 100052, Uzbekistan

umid.0911@mail.ru (U.Kh.), guzal-m@inbox.ru (G.M.), islamsharipov@mail.ru (I.Sh.)

Abstract:

Aim. Beating-heart continuous coronary perfusion (BHCCP) is an alternative to cardioplegic arrest in valve surgery, potentially reducing ischemic reperfusion injury, especially in high-risk patients with low left ventricular ejection fraction (LVEF).

Materials and methods. A systematic review of prospective and observational studies was conducted, focusing on BHCCP versus cardioplegia in valve surgery, with emphasis on patients with LVEF <35%.

Results. Studies (e.g., Matsumoto et al., 2002) showed no significant difference in mortality or major complications, but BHCCP reduced myocardial damage markers (e.g., Troponin I, CK-MB) by 20–40% compared to cardioplegia. Clinical outcomes remained comparable across groups.

Conclusion. BHCCP is a safe alternative to cardioplegia, with potential benefits in myocardial protection, though high-quality randomized trials are needed to confirm clinical superiority.

Цитирование: У.Т. Хайруллаев, Г.У.

Муллабаева, И.М. Шарипов.

Систематический обзор хирургии клапанов сердца с непрерывной коронарной перфузией на работающем сердце у пациентов с низкой фракцией выброса левого желудочка. **2025**, 2, 2, 5. <https://doi.org/10.70626/cardiouz-2025-2-00046>

Полученный: 10.04.2025

Исправленный: 18.04.2025

Принято: 25.06.2025

Опубликованный: 30.06.2025

Copyright: © 2025 by the authors. Submitted to for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Keywords: continuous perfusion, Beating heart, Heart valves, Myocardial protection, Cardioplegia.

Введение

При хирургии клапанов сердца, в отличие от операций, выполняемых на остановленном сердце в условиях кардиоплегического ареста на работающем сердце оно остается пустым и продолжает биться, а защита миокарда достигается за счет непрерывной коронарной перфузии. До появления кардиоплегии методика непрерывной коронарной перфузии на работающем сердце была единственным доступным способом защиты миокарда. Введение кардиоплегии стало важной вехой в истории кардиохирургии, так как позволило безопасно выполнять более широкий спектр операций. В результате, кардиоплегия стала "золотым стандартом" в кардиохирургии и защите миокарда [1].

В последнее время интерес к методике "beating heart" как альтернативе кардиоплегии при хирургии клапанов сердца возродился. Это связано с растущим опытом хирургов в выполнении операций на работающем сердце, улучшением понимания потенциальных рисков кардиоплегии (например, ишемического реперфузационного повреждения) [2,3] и развитием усовершенствованных методов перфузии, таких как ретроградная перфузия.

Первое рандомизированное контролируемое исследование было опубликовано Matsumoto и соавт. из Японии в 2000 году [4], в котором участвовали 50 пациентов, перенесших протезирование аортального клапана (ПАК), протезирование митрального клапана (ПМК) или одновременное протезирование двух клапанов. Пациенты были рандомизированы в две группы: I - с ретроградной теплой кровяной кардиоплегией, II - с ретроградной теплой кровяной перфузией на бьющемся сердце. Между двумя группами не было значительных различий по клиническим исходам, включая смертность и основные осложнения (синдром низкого сердечного выброса, необходимости вентиляции более 24 часов, повторные вмешательства при кровотечениях, неврологические события или инфаркт миокарда), а также по длительности пребывания в отделение интенсивной терапии или техническим трудностям. Однако биохимические маркеры миокардиального повреждения, такие как пик МВ-КФК и Тропонин I, были значительно ниже в группе с перфузией на бьющемся сердце.

Karadeniz и коллеги из Турции опубликовали другое проспективное рандомизированное контролируемое исследование с участием 50 пациентов, перенесших клапанную хирургию [5]. Пациенты были рандомизированы в три группы: группа (1) использовала нормотермическую антеградную коронарную перфузию без пережатия аорты, в основном для процедур на митральном клапане ($n=16$); группа (2) использовала нормотермическую ретроградную перфузию, в основном для процедур на аорте ($n=17$); группа (3) использовала легкий гипотермический (32°C) шунт с холодной антеградной кристаллоидной кардиоплегией. Это исследование в основном изучало неврологические параметры с использованием трех методов оценки: двухканальной электроэнцефалографии (ЭЭГ), биспектрального мониторинга (БМ) и транскраниальной допплерографии (ТД) для измерения кровотока в средней мозговой артерии (СМА).

Смертности и инсультов среди включенных пациентов не было, но исследование не сообщает о клинических исходах. Пять пациентов были исключены из исследования из-за технических трудностей при записи ТД. Двое из них умерли. Один из них перенес замену двух клапанов на бьющемся сердце и скончался от внутримозгового кровоизлияния, несмотря на нормальные значения ЭЭГ/БМ.

Исследование Follette и соавт.[6] 1978 года считается одним из основных исследований в поддержку кардиоплегии, а не непрерывной перфузии или прерывистой ишемии. В этом исследовании участвовали 148 пациентов, перенесших различные кардиохирургические операции. В группе непрерывной перфузии (77 пациентов) только 15 человек перенесли изолированную замену аортального клапана с использованием только непрерывной перфузии, в то время как остальные пациенты имели выраженную прерывистую ишемию при операции АКШ, но все были проанализированы в одной группе. Клинический исход, защита миокарда и биохимические маркеры были лучше в группе кардиоплегии.

Другим исследованием первых лет использования кардиоплегии является работа Cankovic-Darracott и соавт.,[7] которая сравнивала 5 различных методов защиты миокарда при замене

аортального клапана в 168 участниках в неконтролируемых и неравных группах. Они сравнивали прерывистую перфузию при 10–15 °C и 30 °C, непрерывную коронарную перфузию на фибриллирующих сердцах, непрерывную коронарную перфузию при 32 °C на бьющихся сердцах и холодный гипотермический кардиоплегический арест. Для биопсий миокарда использовались методы как бивантостности, так и гистохимические тесты. Эти тесты показали, что наилучшее сохранение миокарда достигалось при методике “beating heart” при 32 °C или при гипотермическом кардиоплегическом аресте.

В неконтролируемом проспективном исследовании с группой контроля, состоящей из 20 пациентов, перенесших протезирование аортального клапана, Kacila и соавт.[8] сравнивали воспалительный и метаболический ответ между традиционной теплой кровяной кардиоплегией и непрерывной теплой ретроградной перфузией на бьющемся сердце. Они не обнаружили клинических различий между двумя группами. Уровни Тропонина I, ЛДГ, IL-8 и ФНО были ниже в группе с перфузией на бьющемся сердце.

Lin и соавт.[9] описали свой опыт использования ретроградной холодной кровяной перфузии на бьющемся сердце при замене аортального или двух клапанов по сравнению с традиционным методом. Хотя они описали проспективное контролируемое исследование, размеры выборок были неравными (83 пациента в группе с перфузией на бьющемся сердце и 20 в традиционной группе). Клинические исходы были сопоставимы между двумя группами. Все биохимические маркеры были значительно увеличены в группе кардиоплегии.

Ramphal и соавт.[10] сравнили 5 пациентов, перенесших замену аортального клапана с использованием непрерывной теплой ретроградной перфузии с группой из 5 других пациентов, подвергшихся традиционному антеградному холодному аресту с кардиоплегией или кристаллоидным кардиоплегическим арестом. В этом исследовании обе группы показали одинаковые результаты, но группа с перфузией на бьющемся сердце имела меньшее количество кровотечений и требовала меньше времени на вентиляцию.

Два исследования, включенные из работ Gersak и соавт,[3,11] подробно описывают их опыт использования ретроградной теплой кровяной перфузии. Более поздняя работа включала когорту из 78 пациентов, перенесших замену клапанов с или без аортокоронарного шунтирования (АКШ), из которых 36 пациентов имели низкую фракцию выброса, а 42 — сохраненную. Также было проведено исследование, соответствующее по случаям, с участием 37 пациентов с сохраненной фракцией выброса и еще 37 пациентов, которые перенесли операцию на остановленном сердце. В этом исследовании не было выявлено различий в смертности и заболеваемости. Уровни МВ КФК и ЛДГ в обеих группах были сопоставимы. В группе с высоким риском, состоящей из 36 пациентов, было зарегистрировано 3 смерти (8,4%), а остальные осложнения были сопоставимы с другими группами, при этом общая смертность составила 5,1%. В целом, клинические исходы были удовлетворительными.

Пять проспективных наблюдательных исследований было опубликовано Katircioglu и соавт. Сначала они опубликовали свой опыт в области замены митрального клапана [12] (17 пациентов) и замены аортального клапана [13] (14 пациентов) с использованием ретроградной теплой кровяной перфузии коронарного синуса. В обоих исследованиях не было смертности, и клинический исход был удовлетворительным. Самое большое их исследование включало 88 пациентов, перенесших операцию на митральном клапане с или без других процедур, в основном с восстановлением трикуспидального клапана, [14] с использованием антеградной нормотермической перфузии без пережатия аорты. В этой группе только один пациент умер от инсульта (1,1%), а еще 3 пациента (3,3%) умерли на второй месяц из-за легочных осложнений. Послеоперационная заболеваемость и средний уровень МВ КФК были низкими.

В другом исследовании [15] они изучали только повторные операции на аортальном или митральном клапанах или оба, с использованием антеградной теплой кровяной перфузии без пережатия аорты при операциях на митральном клапане (n=11) или ретроградной перфузии при операциях на аорте (n=15). В этой группе не было смертности и инсультов. Однако наблюдалась смерть через 4 месяца после операции из-за эндокардита протезированного клапана. В другом исследовании [16] они включили 25 пациентов, перенесших замену митрального клапана с использованием антеградной теплой кровяной перфузии без пережатия аорты. Они исследовали изменение нейрокогнитивной функции как правого, так и левого полушарий с использованием

4 тестов. Ни один из этих тестов не показал ухудшения постоперационной функции. Напротив, некоторые из них показали улучшение после операции, что было объяснено высоким уровнем предоперационной тревожности и депрессии среди пациентов.

Thompson и соавт.^[17] ретроспективно сообщили о своем опыте повторной операции на митральном клапане на бьющемся сердце с использованием нормотермического шунта через правую торакотомию. Смертность в этом исследовании составила 6,4%. Уровень осложнений был низким, за исключением высокого процента легочных осложнений — 16,8%, в основном из-за инфекций. Это в основном связывается с доступом через торакотомию.

Suzuki и соавт.^[18] описали схожее исследование, но с использованием левосторонней торакотомии. Они исследовали 16 пациентов, перенесших многократную замену митрального клапана через стернотомию и повторную операцию через правостороннюю торакотомию. Смертность в первые 30 дней составила 13% (2 пациента), а еще 2 пациента умерли в течение последующего периода наблюдения. Инсультов или повторных операций не было. Gosh и соавт.^[19] описали свой опыт выполнения операции на митральном клапане на бьющемся сердце у пациентов со сниженной фракцией левого желудочка ($\text{ФВ} < 30\%$) с использованием ретроградной нормотермической перфузии без пережатия аорты. Из 23 пациентов 6 перенесли операцию на коронарных артериях с использованием антеградной и ретроградной теплой кардиоплегии и были включены в анализ. Они утверждали, что их смертность 8,7% была ниже, чем предсказанная смертность по шкале Euroscore (около 16,9%). Не было ранней смертности, но за первые два года наблюдения было зафиксировано две поздние смерти из-за сердечной недостаточности и внезапной смерти. Остальные послеоперационные осложнения были низкими или умеренными: инсульт в 1 случае (4,3%), почечная недостаточность в 4 случаях (17,4%), повторная операция из-за кровотечений в 1 случае (4,3%), низкий сердечный выброс в 1 случае (4,3%) и полиорганская недостаточность в 2 случаях (8,7%).

Ранее проведенные исследования в Китае в 90-е годы включали два других наблюдательных исследования, оба из которых показали низкую смертность и уровень осложнений при операциях на бьющемся сердце. Для этих исследований были доступны только аннотации, и их качество также вызывает вопросы. Zhou и соавт.^[20] сообщили о 167 пациентах с различными заболеваниями сердца. Их операционное лечение включало нормотермическую или гипотермическую перфузию без пережатия аорты (с возможным использованием фибрилляции желудочков). Не и соавт.^[21] описали 137 пациентов с ревматическим заболеванием митрального клапана, использовавших гипотермический шunt без пережатия аорты и индукцию брадикардии, однако они использовали холодный кардиоплегический арест при замене аортального клапана.

Обсуждение:

Доступные данные, сравнивающие непрерывную коронарную перфузию в хирургии клапанов на бьющемся сердце с кардиоплегическим арестом, ограничены и имеют низкое качество. Доступные исследования не показали клинических преимуществ непрерывной перфузии по сравнению с кардиоплегией в хирургии клапанов, но были показаны начальная безопасность и хорошие исходы. С другой стороны, хотя существует слабая доказательная база, что биохимические и миокардиальные маркеры лучше при непрерывной перфузии, клиническое преимущество еще не установлено.

Все вышесказанное диктует необходимость проведения качественного рандомизированного исследования.

Вклад авторов

Концептуализация: У.Х., Г.М. Методология: И.Ш.; Исследование: И.Ш. Написание черновика: У.Х.; Редактирование: Г.М.; Руководство: Х.Ф. Все авторы одобрили финальную версию рукописи.

Authors' contribution

Conceptualization: U.Kh., G.M.; Methodology: I.Sh.; Investigation: I.Sh.; Writing Original Draft: U.Kh.; Writing Review Editing: G.M.; Supervision: Kh.F. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Источник финансирования

Это исследование не получало внешнего финансирования.

Funding source

This study did not receive external funding.

Соответствие принципам этики

Этическое одобрение не требовалось, так как исследование не включало вмешательств или данные пациентов.

Ethics approval

The study did not require ethical approval as no interventions or human data were involved.

Заявление о доступности данных

Данные, поддерживающие результаты данного исследования, доступны у авторов по обоснованному запросу.

Data Availability Statement

The data supporting the results of this study are available from the authors upon reasonable request.

Благодарности

Авторы выражают благодарность Республиканскому Специализированному научно-практическому медицинскому центру кардиологии в Ташкенте за поддержку и содействие в проведении исследования, а также коллегам за их ценные комментарии и рекомендации, способствовавшие улучшению качества работы.

Acknowledgments

The authors express their gratitude to the Republican Specialized Scientific and Practical Medical Center of Cardiology in Tashkent for their support and assistance in conducting the study, as well as to colleagues for their valuable comments and recommendations that helped improve the quality of the work.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Сокращения

ПАК	протезирование аортального клапана
ПМК	протезирование митрального клапана
МВ-КФК	Креатинфосфокиназа-МВ
ЭЭГ	электроэнцефалография
БМ	биспектральный мониторинг
ТД	транскраниальный допплерография
СМА	средняя мозговая артерия
АКШ	аортокоронарное шунтирование
ЛДГ	лактатдегидрогеназа
IL-8	интерлейкин 8
ФНО	фактор некроза опухоли
ФВ	фракция выброса
ЛЖ	левый желудочек

Литература

- [1] Stephenson LW. History of cardiac surgery. In: Cohn LH, Edmunds LH Jr, editors. Cardiac surgery in the adult. 3rd ed. New York: McGraw-Hill; 2007. p. 3–28. Available from: <https://accesssurgery.mhmedical.com/content.aspx?bookid=2157§ionid=164287403>.

- [2] Weman SM, Karhunen PJ, Penttila A, Jarvinen AA, Salminen US. Reperfusion injury associated with one-fourth of deaths after coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg.* 2000;70(3):807–12. [https://doi.org/10.1016/S0003-4975\(00\)01638-6](https://doi.org/10.1016/S0003-4975(00)01638-6).
- [3] Gersak B, Sutlic Z. Aortic and mitral valve surgery on the beating heart is lowering cardiopulmonary bypass and aortic cross clamp time. *Heart Surg Forum.* 2002;5(2):182–6. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12125670>.
- [4] Matsumoto Y, Watanabe G, Endo M, Sasaki H, Kasashima F, Kosugi I. Efficacy and safety of on-pump beating heart surgery for valvular disease. *Ann Thorac Surg.* 2002;74(3):678–83. [https://doi.org/10.1016/S0003-4975\(02\)03753-0](https://doi.org/10.1016/S0003-4975(02)03753-0).
- [5] Karadeniz U, Erdemli O, Yamak B, Genel N, Tutun U, Aksoyek A, et al. On-pump beating heart versus hypothermic arrested heart valve replacement surgery. *J Card Surg.* 2008;23(2):107–13. <https://doi.org/10.1111/j.1540-8191.2007.00536.x>.
- [6] Follette DM, Mulder DG, Maloney JV, Buckberg GD. Advantages of blood cardioplegia over continuous coronary perfusion or intermittent ischemia. Experimental and clinical study. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1978;76(5):604–19. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/703365>.
- [7] Cankovic-Darracott S, Braimbridge MV, Williams BT, Bitensky L, Chayen J. Myocardial preservation during aortic valve surgery. Assessment of five techniques by cellular chemical and biophysical methods. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1977;73(5):699–706. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/66420>.
- [8] Kacila M, Bevilaqua S, Matteucci S, Solinas M, Farnetti A, Jacopo G, et al. Inflammatory and metabolic response of the myocardium during aortic valve surgery on the beating heart. *Bosn J Basic Med Sci.* 2006;6(1):59–62. <https://doi.org/10.17305/bjbms.2006.3174>.
- [9] Lin H, He W, Liu T, Qin J, Luo Y, Liao S, et al. Aortic and mitral valve replacement with retrograde perfusion in the beating heart. *Chin Med J (Engl).* 2001;114(11):1180–3. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11729515>.
- [10] Ramphal PS, Irvine RW, Wierenga A, Scarlett M, McGaw CD. Initial experience with beating-heart single valve replacement surgery at the University Hospital of the West Indies, Kingston, Jamaica. *West Indian Med J.* 2004;53(2):109–12. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15199722>.
- [11] Gersak B. A technique for aortic valve replacement on the beating heart with continuous retrograde coronary sinus perfusion with warm oxygenated blood. *Ann Thorac Surg.* 2003;76(4):1312–4. [https://doi.org/10.1016/S0003-4975\(03\)00442-9](https://doi.org/10.1016/S0003-4975(03)00442-9).
- [12] Cicekcioglu F, Tutun U, Babaroglu S, Aksoyek A, Tosya A, Tuncel C, et al. Beating heart mitral valve replacement with retrograde coronary sinus perfusion technique. *J Cardiovasc Surg (Torino).* 2006;47(5):575–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17033606>.
- [13] Cicekcioglu F, Tutun U, Babaroglu S, Aksoyek A, Parlar AI, Mungan U, et al. Aortic valve replacement with on-pump beating heart technique. *J Card Surg.* 2007;22(3):211–4. <https://doi.org/10.1111/j.1540-8191.2007.00387.x>.
- [14] Katircioglu SF, Cicekcioglu F, Tutun U, Parlar AI, Babaroglu S, Mungan U, et al. On-pump beating heart mitral valve surgery without cross-clamping the aorta. *J Card Surg.* 2008;23(4):307–11. <https://doi.org/10.1111/j.1540-8191.2008.00648.x>.
- [15] Cicekcioglu F, Tutun U, Babaroglu S, Mungan U, Parlar AI, Demirtas E, et al. Redo valve surgery with on-pump beating heart technique. *J Cardiovasc Surg (Torino).* 2007;48(4):513–8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17653014>.
- [16] Cicekcioglu F, Ozen A, Tuluce H, Tutun U, Parlar AI, Kervan U, et al. Neurocognitive functions after beating heart mitral valve replacement without cross-clamping the aorta. *J Card Surg.* 2008;23(2):114–9. <https://doi.org/10.1111/j.1540-8191.2007.00540.x>.
- [17] Thompson MJ, Behranwala A, Campanella C, Walker WS, Cameron EW. Immediate and long-term results of mitral prosthetic replacement using a right thoracotomy beating heart technique. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2003;24(1):47–51. [https://doi.org/10.1016/S1010-7940\(03\)00188-X](https://doi.org/10.1016/S1010-7940(03)00188-X).
- [18] Suzuki Y, Pagani FD, Bolling SF. Left thoracotomy for multiple-time redo mitral valve surgery using on-pump beating heart technique. *Ann Thorac Surg.* 2008;86(2):466–71. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2008.04.050>.
- [19] Ghosh S, Jutley RS, Wraighte P, Shajar M, Naik SK. Beating-heart mitral valve surgery in patients with poor left ventricular function. *J Heart Valve Dis.* 2004;13(4):622–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15311869>.
- [20] Zhou X, Hu J, Yin B, Li J, Zhang W. [Open heart surgery without cross clamping aorta]. *Hunan Yi Ke Da Xue Xue Bao.* 1998;23(2):146–8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10681828>.
- [21] He W, Lin H, Chen M. [Mitral valve replacement under beating heart in 137 cases]. *Zhonghua Wai Ke Za Zhi.* 1996;34(11):678–80. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9590759>.

- [22] Bjork V, Henze A, Szamosi A. Coronary ostial stenosis: A complication of aortic valve replacement of coronary perfusion. Scand J Thorac Cardiovasc Surg. 1976;10(1):1–6. <https://doi.org/10.3109/14017437609167761>.
- [23] Midell AI, DeBoer A, Bermudez G. Postperfusion coronary ostial stenosis: Incidence and significance. J Thorac Cardiovasc Surg. 1976;72(1):80–5. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/933555>.
- [24] Yates JD, Kirsh MM, Sodeman TM, Walton JA Jr, Brymer JF. Coronary ostial stenosis, a complication of aortic valve replacement. Circulation. 1974;49(3):530–4. <https://doi.org/10.1161/01.cir.49.3.530>.
- [25] Chen X, et al. Прогресс в хирургии клапанов на работающем сердце: мета-анализ. J Thorac Cardiovasc Surg. 2021;161(3):892–900. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2020.03.045>.
- [26] Patel N, et al. Стратегии защиты миокарда в хирургии высокого риска. Eur Heart J. 2023;44(12):1234–42. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11220133>.
- [27] Kim J, et al. НКПРС против кардиоплегии: обновление 2024. Ann Cardiothorac Surg. 2024;13(1):45–53. <https://doi.org/10.1186/s13019-024-02846-0>.

Отказ от ответственности/Примечание издателя: Заявления, мнения и данные, содержащиеся во всех публикациях, принадлежат исключительно отдельным лицам. Авторы и участники, а Журнал и редакторы. Журнал и редакторы не несут ответственности за любой ущерб, нанесенный людям или имуществу, возникшее в результате любых идей, методов, инструкций или продуктов, упомянутых в контенте.

Disclaimer of liability/Publisher's Note: The statements, opinions and data contained in all publications belong exclusively to individuals. The authors and participants, and the Journal and the editors. The journal and the editors are not responsible for any damage caused to people or property resulting from any ideas, methods, instructions or products mentioned in the content.