УДК: 616.12-007.2-089

ГОСПИТАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ХИРУРГИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ D-ТРАНСПОЗИЦИИ МАГИСТРАЛЬНЫХ СОСУДОВ: СРАВНЕНИЕ ОРИГИНАЛЬНОЙ И СТАНДАРТНОЙ МЕТОДИК РЕИМПЛАНТАЦИИ КОРОНАРНЫХ АРТЕРИЙ



Холмуратов Акмал Абдумаликович[1], Бердиев Кобилжон Бахронович[2], Абдуллаев Зафар Файзуллаевич[1], Инагамов Сурьат Акрамжонович[1], Хакимова Мохира Кудратуллаевна[1], Бобамуратова Дилноза Турдикуловна[2]

1 - Республиканский специализированный научно-практический медицинский центр хирургии имени академика В. Вахидова, Республика Узбекистан, г. Ташкент;

2 - Ташкентский государственный медицинский университет, Республика Узбекистан, г. Ташкент

МАГИСТРАЛ ТОМИРЛАР D-ТРАНСПОЗИЦИЯСИНИ ЖАРРОҲЛИК ЙЎЛИ БИЛАН ТУЗАТИШНИНГ ГОСПИТАЛ НАТИЖАЛАРИ: КОРОНАР АРТЕРИЯЛАРНИ РЕИМПЛАНТАЦИЯ ҚИЛИШНИНГ ОРИГИНАЛ ВА СТАНДАРТ УСУЛЛАРИНИ СОЛИШТИРИШ

Холмуратов Акмал Абдумаликович[1], Бердиев Қобилжон Баҳронович[2], Абдуллаев Зафар Файзуллаевич[1], Инагамов Сурьат Акрамжонович[1], Хакимова Моҳира Қудратуллаевна[1], Бобамуратова Дилноза Турдиқуловна[2]

1 - Академик В. Воҳидов номидаги Республика ихтисослаштирилган хирургия илмий-амалий тиббиёт маркази, Ўзбекистон Республикаси, Тошкент ш.;

2 - Тошкент давлат тиббиёт университети, Ўзбекистон Республикаси, Тошкент ш.

IN-HOSPITAL OUTCOMES OF SURGICAL CORRECTION OF D-TRANSPOSITION OF THE GREAT ARTERIES: COMPARISON OF AN ORIGINAL AND A STANDARD TECHNIQUE OF CORONARY ARTERY REIMPLANTATION

Kholmuratov Akmal Abdumalikovich[1], Berdiev Kobiljon Bakhronovich[2], Abdullaev Zafar Fayzullaevich[1], Inagamov Surat Akramzhonovich[1], Khakimova Mohira Kudratullaevna[1], Bobamuratova Dilnoza Turdikulovna[2]

1 - Vakhidov Republican Specialized Scientific and Practical Medical Centre of Surgery, Republic of Uzbekistan, Tashkent;

2 - Tashkent State Medical University, Republic of Uzbekistan, Tashkent

e-mail: yatros.uz@mail.ru

Резюме. *Мақсад: магистрал томирлар D-транспозициясини (D-ТМС) жарроҳлик йўли билан тузатишда коронар артерияларни реимплантация қилишнинг стандарт ва оригинал (патентланган) усулларидаги госпитал натижаларни солиштириш ҳамда фарқларнинг ўлчанган аралашувчи омилларга нисбатан барқарорлигини баҳолаш. Материал ва усуллар: 2021–2026 йилларда операция қилинган 105 нафар беморнинг бир марказли рандомизацияланмаган таҳлили ўтказилди: оригинал усул 78 нафар, стандарт усул 25 нафар беморда қўлланилди. Асосий якуний нуқта – госпитал ўлим (натижа 102 нафар беморда маълум); иккиламчи нуқталар – реанимацияда ва стационарда бўлиш муддати, ўпканинг сунъий вентиляцияси давомийлиги, кўкрак қафасининг очиқ қолдирилиши, чап қоринча чиқариш фракцияси, трикуспидал регургитация ва NYHA синфи. Фишер мезони, Фирт регрессияси, Мантель–Хензель стратификацияси ва мойиллик балли бўйича вазнлаш (IPTW) қўлланилди. Натижалар: госпитал ўлим 9,8% (10/102) ни ташкил этди: оригинал усулда 3,9% (3/77), стандарт усулда 28,0% (7/25); хавфлар нисбати 0,14 (95% ИО 0,04–0,50; p=0,0018). Ёш ва операция даври бўйича тузатилганда шанслар нисбати 0,13 (0,03–0,50), Мантель–Хензель бўйича 0,10 (0,02–0,47), IPTW бўйича хавфлар нисбати 0,15 (0,04–0,58). 2023–2024 йиллар билан чекланганда фарқ сусайди (p=0,070). Тирик чиқарилган беморларда реанимацияда (9 ва 6 сутка) ҳамда стационарда (17 ва 12 сутка) бўлиш муддати оригинал гуруҳда узоқроқ бўлди. Хулоса: фарқ ўлчанган омиллар бўйича тузатилганда ҳам сақланди, аммо рандомизациясиз дизайн, кузатилган 10 та ўлим ва давр билан аралашиш сабабий хулоса чиқаришга имкон бермайди.*

Калит сўзлар: *магистрал томирлар транспозицияси, артериал алмаштириш, коронар артериялар, реимплантация, госпитал ўлим, туғма юрак нуқсонлари.*

Abstract. *Aim: to compare in-hospital outcomes of surgical correction of D-transposition of the great arteries (D-TGA) using a standard versus an original (patented) technique of coronary artery reimplantation, and to assess the robustness of the differences to measured confounders. Materials and methods: a single-centre non-randomised analysis of 105 patients operated on in 2021–2026: the original technique was used in 78 and the standard technique in 25 patients. The primary endpoint was in-hospital mortality (outcome known in 102 patients); secondary endpoints were intensive care and hospital stay, duration of mechanical ventilation, delayed sternal closure, left ventricular ejection fraction, tricuspid regurgitation and NYHA class. Fisher's exact test, Firth regression, Mantel–Haenszel stratification and inverse probability of treatment weighting (IPTW) were applied. Results: in-hospital mortality was 9.8% (10/102): 3.9% (3/77) with the original and 28.0% (7/25) with the standard technique; risk ratio 0.14 (95% CI 0.04–0.50; p=0.0018). After adjustment for age and operative period the odds ratio was 0.13 (0.03–0.50), the Mantel–Haenszel estimate 0.10 (0.02–0.47) and the IPTW risk ratio 0.15 (0.04–0.58). Restriction to 2023–2024 attenuated the difference (p=0.070). Among survivors, intensive care (9 vs 6 days) and hospital stay (17 vs 12 days) were longer in the original group. Conclusion: the difference persisted after adjustment for measured factors, but the non-randomised design, only 10 observed deaths and confounding by period preclude causal conclusions.*

Keywords: *transposition of the great arteries, arterial switch operation, coronary arteries, reimplantation, in-hospital mortality, congenital heart disease.*

Введение. D-транспозиция магистральных сосудов (D-ТМС) относится к наиболее частым цианотическим врождённым порокам сердца периода новорождённости. Анатомическую основу порока составляет вентрикулоартериальная дискордантность: аорта отходит от морфологически правого желудочка, лёгочный ствол – от левого, вследствие чего большой и малый круги кровообращения функционируют параллельно, а не последовательно. Выживание ребёнка в первые дни жизни полностью зависит от объёма смешивания крови на уровне открытого овального окна, открытого артериального протока и, при его наличии, дефекта межжелудочковой перегородки (ДМЖП). Спонтанное закрытие фетальных коммуникаций ведёт к нарастанию артериальной гипоксемии, метаболическому ацидозу и гибели ребёнка, поэтому порок относится к критическим состояниям периода новорождённости и требует неотложной хирургической коррекции.

Операция артериального переключения, вытеснившая предсердное переключение по Сеннингу и Мастарду, обеспечивает анатомическую коррекцию: магистральные сосуды пересекаются выше синотубулярного соединения и реимплантируются в анатомически правильное положение, а коронарные артерии переносятся на неоаорту. Левый желудочек при этом становится системным, что устраняет характерные для предсердного переключения отдалённые осложнения – дисфункцию системного правого желудочка, недостаточность трикуспидального клапана и нарушения ритма. Ценой анатомической коррекции становится технически наиболее ответственный этап вмешательства – перенос коронарных артерий.

Коронарный этап как основной источник ранних осложнений. Коронарные артерии при D-ТМС отходят от синусов аорты, расположенных кзади, и после перемещения магистральных сосудов должны быть перенесены на неоаорту без натяжения, перегиба и ротации по оси. Несоответствие геометрии между исходным положением устьев и их новым расположением, избыточная или недостаточная длина коронарной «пуговицы», натяжение при узком восходящем отделе аорты, деформация площадки при наложении шва и гематома стенки создают условия для нарушения коронарного кровотока. Клинически это проявляется подъёмом сегмента ST и нарушениями ритма при отключении искусственного кровообращения, плохо корригируемой дисфункцией левого желудочка, синдромом низкого сердечного выброса и невозможностью отойти от искусственного кровообращения, что остаётся ведущим механизмом ранней летальности после артериального переключения.

Техническая сложность коронарного этапа возрастает при необычных вариантах коронарной анатомии. Интрамуральный ход, отхождение обеих артерий из одного синуса, единственная коронарная артерия и петлевой ход ствола вокруг лёгочной артерии вынуждают изменять место и способ имплантации, а иногда требуют нестандартных решений с формированием «люка» или переноса устья вместе с участком стенки аорты. Данные о прогностическом значении коронарной анатомии неоднородны: аномальный ход коронарных артерий был единственным независимым предиктором ранней смерти в крупной серии третичного центра [2], а редкие варианты сопровождались повышенной летальностью и повторными вмешательствами [6]; при инвертированной анатомии значимых различий ранней летальности не получено [1]. Расхождение результатов отражает различия в численности серий, периоде наблюдения и опыте центров.

Результаты в крупных сериях и в условиях ограниченных ресурсов. Современные крупные серии сообщают о госпитальной летальности 3–6%. В национальном регистре

Японии, включившем 1084 пациента, 30-суточная летальность после артериального переключения составила 3,2% [3]; популяционное исследование показало независимое влияние периода операции на отдалённую выживаемость и свободу от коронарных реинтервенций [4]. В странах с ограниченными ресурсами результаты заметно хуже: в серии из Вьетнама госпитальная летальность достигала 5,9%, а факторами риска выступали малая масса тела, позднее обращение и ограниченный объём работы центра [5]. Поздняя диагностика смещает сроки вмешательства за пределы неонатального периода, когда левый желудочек при интактной межжелудочковой перегородке утрачивает подготовленность к системной нагрузке, а лёгочное сосудистое русло успевает претерпеть изменения; оба обстоятельства увеличивают риск периоперационного периода и повышают требования к качеству коронарного этапа.

Обоснование оригинальной методики. В Республиканском специализированном научно-практическом медицинском центре хирургии имени академика В. Вахидова применяется оригинальная методика реимплантации коронарных артерий (патентная заявка ИАП 2026 0659; решение о выдаче патента от 23.09.2026). Последовательность этапов изменена: сначала формируется неоаорта, после чего в её стенке создаются отверстия под коронарные артерии диаметром около 4 мм, что позволяет выбирать положение устьев по уже сформированной геометрии сосуда, а не прогнозировать её до реконструкции. Под каждый виток непрерывного шва Prolene 8/0 коронарного анастомоза подкладывается полоска аутоперикарда, выполняющая роль компрессионного демпфера: она распределяет усилие нити по площади коронарной площадки и уменьшает прорезывание тонкой стенки новорождённого. Дополнительно в левое предсердие устанавливается катетер для прямого мониторинга давления наполнения в раннем послеоперационном периоде. Методика применяется с 2022 г.; ранее и параллельно с ней использовалась стандартная техника переноса коронарных артерий.

Клиническая проверка подобных технических решений в условиях одного центра сталкивается с известными методологическими трудностями: выбор методики не рандомизирован, периоды применения методик частично разделены во времени, а число неблагоприятных исходов при современном уровне хирургии невелико. Корректная интерпретация требует не только сравнения частот, но и проверки устойчивости различий к измеренным смешивающим факторам и к допущениям анализа.

Цель исследования: сравнить госпитальные результаты хирургической коррекции D-TMC при оригинальной и стандартной методиках реимплантации коронарных артерий и оценить устойчивость полученных различий к измеренным смешивающим факторам.

Материал и методы. Дизайн и материал. Выполнено одноцентровое нерандомизированное исследование (ретроспективное с проспективным дополнением) на базе Республиканского специализированного научно-практического медицинского центра хирургии имени академика В. Вахидова. Проанализирована база из 105 пациентов с D-TMC, оперированных в 2021–2026 гг.: 63 мальчика (60,0%) и 42 девочки, медиана возраста на момент операции 33 [13; 89] дня, масса тела 3,7 [3,2; 4,5] кг. Радикальная коррекция выполнена у 102 пациентов (97,1%), паллиативное вмешательство – у 1. Артериальное переключение произведено у 67 пациентов (63,8%), операция Сеннинга – у 8, прочие вмешательства (Растелли, REV, Никайдо и другие) – у 6; вид операции в базе не указан у 24 пациентов (22,9%).

Группы сравнения. Оригинальная методика применена у 78 пациентов, стандартная – у 25; у 2 пациентов метод реимплантации не установлен. Критерии выбора методики в базе не зафиксированы, что исключает формальную оценку показаний к каждому из вариантов. В оригинальной группе катетер 4 Fr для мониторинга давления в левом предсердии использован во всех случаях: он проводился через открытое овальное окно либо через созданный дефект межпредсердной перегородки диаметром около 2 мм, фиксировался нитью Prolene 6/0 и удалялся на 3–5-е сутки. В стандартной группе катетер установлен приблизительно у половины пациентов, вследствие чего эффект компрессионного демпфера и эффект мониторинга давления в левом предсердии разделить невозможно, и сравниваются два протокола ведения в целом, а не единичный технический приём.

Техника вмешательства. Операции выполнены из срединной стернотомии в условиях искусственного кровообращения и фармакохолодовой кардиоплегии. Общая последовательность этапов – мобилизация магистральных сосудов, маневр Лекомпта, пересечение аорты и лёгочного ствола, выкраивание коронарных площадок, реимплантация коронарных артерий, формирование неоаорты, реконструкция неолёгочной артерии заплатой из аутоперикарда и закрытие внутрисердечных сообщений – была общей для обеих групп.

Таблица 1. Отличия сравниваемых методик реимплантации коронарных артерий

Этап	Стандартная методика	Оригинальная методика
Последовательность реконструкции	Коронарные артерии имплантируются в проксимальный отдел неоаорты до завершения её формирования	Сначала формируется неоаорта, затем в её стенке создаются отверстия под коронарные артерии
Подготовка площадки под устье	Разрез стенки неоаорты по месту предполагаемого анастомоза	Отверстие диаметром около 4 мм в сформированной неоаорте
Шов анастомоза	Непрерывный шов Prolene 8/0	Непрерывный шов Prolene 8/0 с полоской аутоперикарда под каждым витком (компрессионный демпфер)
Мониторинг давления в левом предсердии	Катетер установлен примерно у половины пациентов	Катетер 4 Fr у всех пациентов, удаление на 3–5-е сутки

Различия касались порядка этапов коронарной реимплантации и способа формирования анастомоза (табл. 1). При сомнении в адекватности коронарного кровотока после восстановления сердечной деятельности оценивались сегмент ST, сократимость передней и боковой стенок левого желудочка и потребность в инотропной поддержке; отсроченное закрытие грудины применялось при отёке миокарда и нестабильной гемодинамике и повторной операцией не считалось.

Конечные точки. Основной конечной точкой служила госпитальная летальность; исход известен у 102 пациентов (77 в оригинальной и 25 в стандартной группе). Вторичными конечными точками были длительность пребывания в отделении реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ), длительность искусственной вентиляции лёгких (ИВЛ) и послеоперационного пребывания в стационаре у выписанных живыми, оставление грудной клетки открытой, фракция выброса левого желудочка (ФВ ЛЖ), степень трикуспидальной регургитации (ТР) и функциональный класс NYHA при выписке. Показатели длительности оценивались только у выживших, поскольку у умерших они определяются сроком наступления смерти и не отражают течения восстановительного периода.

Статистический анализ. Количественные признаки представлены как медиана [Q1; Q3] и сравнивались критерием Манна–Уитни, категориальные – точным критерием Фишера; 95% доверительные интервалы (ДИ) для долей рассчитывались методом Клоппера–Пирсона. Различие летальности оценивали по абсолютной разности, отношению рисков и отношению шансов (ОШ). Малое число исходов исключает применение обычной логистической регрессии, поэтому для коррекции на возраст (три группы: ≤28, 29–90 и >90 дней), период операции и аномальную коронарную анатомию по данным эхокардиографии использовали регрессию Фирта со штрафованным правдоподобием, устойчивую при редких событиях и полном разделении. Дополнительно применяли стратификацию Мантеля–Хензеля и взвешивание по обратной вероятности назначения вмешательства (IPTW) с показателем склонности, построенным по возрасту, периоду и дооперационной ФВ ЛЖ; парный подбор 1:1 выполнен как анализ чувствительности.

Запланированная серия анализов чувствительности включала ограничение периода операции, ограничение выборки пациентами после артериального переключения и альтернативные допущения в отношении пациентов с неизвестным видом операции. Устойчивость результата дополнительно оценивалась индексом «хрупкости» – минимальным числом исходов, переклассификация которых лишает результат статистической значимости. Уровень значимости принят $p<0,05$; ввиду множественности сравнений значения p для вторичных конечных точек рассматривались как описательные.

Результаты. Исходная характеристика групп. Группы были сопоставимы по возрасту, массе тела, полу, тяжести лёгочной гипертензии, функциональному классу NYHA, доле аномальных коронарных артерий по данным эхокардиографии и частоте ДМЖП (табл. 2). Различались дооперационная ФВ ЛЖ (63% против 59%; $p=0,028$) и распределение по годам: 81,8% пациентов оригинальной группы оперированы в 2023–2024 гг. Стандартная методика применялась с декабря 2021 г. по май 2025 г., оригинальная – не ранее февраля 2022 г., то есть периоды применения методик перекрываются, но распределены внутри них неравномерно.

Госпитальная летальность. Умерли 10 из 102 пациентов (9,8%): 3 из 77 (3,9%; 95% ДИ 0,8–11,0) при оригинальной методике и 7 из 25 (28,0%; 95% ДИ 12,1–49,4) при стандартной. Абсолютная разность составила −24,1 процентного пункта (95% ДИ от −45,7 до −6,7), отношение рисков – 0,14 (95% ДИ 0,04–0,50), $p=0,0018$ (точный критерий Фишера).

Таблица 2. Исходное сравнение групп

Показатель	Оригинальная (n=78)	Стандартная (n=25)	p
Возраст, дни, Me [Q1; Q3]	26 [11; 69]	47 [23; 101]	0,11
Возраст ≤28 / 29–90 / >90 дней, n (%)	40 (51,9) / 20 (26,0) / 17 (22,1)	8 (32,0) / 9 (36,0) / 8 (32,0)	0,22
Масса тела, кг	3,7 [3,2; 4,5]	4,0 [3,5; 4,5]	0,65
Мальчики, n (%)	46 (59,0)	15 (60,0)	1,0
Лёгочная гипертензия III ст., n/N	63/77	22/24	0,35
NYHA IV, n (%)	43 (55,1)	10 (40,0)	0,25
Аномальные коронарные артерии (ЭхоКГ), n (%)	6 (7,7)	3 (12,0)	0,68
Дефект межжелудочковой перегородки, n (%)	13 (16,7)	3 (12,0)	0,76
Дооперационная ФВ ЛЖ, %	63 [60; 68]	59 [58; 65]	0,028
Год операции ≤2022 / 2023 / 2024 / 2025, n (%)	13 (16,9) / 34 (44,2) / 29 (37,7) / 1 (1,3)	9 (36,0) / 9 (36,0) / 5 (20,0) / 2 (8,0)	0,054

Примечание: ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка; ЭхоКГ – эхокардиография.

Распределение исходов по годам неравномерно: все три летальных исхода оригинальной группы пришлись на 2023 г. (3 из 34 оперированных в этом году), тогда как в стандартной группе умерли 3 из 8 пациентов в 2022 г., 3 из 5 – в 2024 г. и 1 из 2 – в 2025 г. Непосредственные причины смерти в базе не кодированы, поэтому доля летальных исходов, обусловленных коронарной ишемией, не установлена.

Коррекция на смешивающие факторы. В моделях Фирта отношение шансов для оригинальной методики составило 0,11–0,14, причём верхняя граница 95% ДИ ни в одной модели не превышала 0,51; после коррекции на период операции и возраст ОШ составило 0,13 (95% ДИ 0,03–0,50). Обобщённое ОШ Мантеля–Хензеля со стратификацией по возрасту и периоду равнялось 0,10 (0,02–0,47). При взвешивании по показателю склонности риск летального исхода составил 3,8% против 25,3% (отношение рисков 0,15; 95% ДИ 0,04–0,58). Парный подбор 1:1, уменьшивший выборку до 25 пар, значимости не выявил (3 из 25 против 7 из 25; критерий Макнемара p=0,29), что отражает ожидаемую потерю мощности при сокращении числа наблюдений.

Результат сохранялся при ограничении анализа пациентами после артериального переключения и при противоположных допущениях о виде операции у пациентов с незаполненным полем (табл. 3). При ограничении периодом 2023–2024 гг., когда обе методики применялись параллельно, различие ослабевало до границы значимости (p=0,070), сохраняя прежнее направление эффекта. Анализ «хрупкости» показал, что исключение одного летального исхода в любой из групп значимости не отменяет, тогда как переклассификация трёх летальных исходов стандартной группы в «выживших» (p=0,059) либо добавление шести летальных исходов к оригинальной группе (p=0,063) лишают различие статистической значимости.

Таблица 3. Анализы чувствительности: госпитальная летальность

Анализ	Оригинальная	Стандартная	p (Фишер)	ОШ Фирта (95% ДИ)
Основной (n=102)	3/77	7/25	0,002	0,12 (0,03–0,43)
Операции 2023–2024 гг.	3/63	3/14	0,070	0,19 (0,04–1,00)
Операции 2023–2025 гг.	3/64	4/16	0,027	0,16 (0,03–0,73)
Только артериальное переключение	1/52	4/15	0,008	0,07 (0,01–0,45)
Неизвестный вид операции = артериальное переключение	2/66	7/22	0,0007	0,08 (0,01–0,34)
Возраст >28 дней	2/37	5/17	0,026	0,16 (0,03–0,76)

Таблица 4. Вторичные результаты

Показатель	Оригинальная	Стандартная	p
ОРИТ, сутки, Me [Q1; Q3] (выписанные живыми)	9 [6; 13]	6 [5; 7]	0,011
ИВЛ, мин	240 [168; 316]	250 [192; 400]	0,14
Послеоперационное пребывание, сутки	17 [12; 25,5]	12 [5,5; 17,8]	0,023
ФВ ЛЖ при выписке, %	58 [55; 60]	59 [58; 62]	0,22
Грудная клетка оставлена открытой, n/N (%)	24/78 (30,8)	4/25 (16,0)	0,20
ТР ≥II ст., n/N (%)	30/78 (38,5)	10/25 (40,0)	1,0
NYHA ≥II при выписке, n/N (%)	9/77 (11,7)	5/25 (20,0)	0,32

Примечание: ОРИТ – отделение реанимации и интенсивной терапии; ИВЛ – искусственная вентиляция лёгких; ТР – трикуспидальная регургитация.

Вторичные результаты. Среди выписанных живыми длительность пребывания в ОРИТ (9 [6; 13] против 6 [5; 7] суток; p=0,011) и послеоперационного пребывания в стационаре (17 [12; 25,5] против 12 [5,5; 17,8] суток; p=0,023) оказалась больше в оригинальной группе; после коррекции на возраст и период отношение геометрических средних составило 1,39 для обоих показателей. Длительность ИВЛ, ФВ ЛЖ при выписке, степень ТР и функциональный класс NYHA между группами не различались (табл. 4). Грудная клетка оставалась открытой у 30,8% пациентов оригинальной и 16,0% стандартной группы (p=0,20); среди 28 пациентов с отсроченным закрытием грудины умер 1 (3,6%).

Обсуждение. Сопоставление с литературой. Общая госпитальная летальность в представленной когорте (9,8%) превышает показатели крупных серий: 3,2% за 30 суток в национальном регистре Японии, включившем 1084 пациента [3], и 5,9% в серии из Вьетнама [5]. Различие объяснимо структурой когорты: 53,8% пациентов оперированы в возрасте старше 28 дней, а доля пациентов старше 90 дней достигала четверти. При позднем вмешательстве левый желудочек при интактной межжелудочковой перегородке в той или иной мере утрачивает подготовленность к системной нагрузке, что увеличивает потребность в инотропной поддержке, частоту синдрома низкого сердечного выброса и отсроченного закрытия грудины. Факторы, описанные для условий ограниченных ресурсов – малая масса тела, позднее обращение и ограниченный объём работы центра [5], – сохраняют значение и для представленного материала.

Показатель летальности в группе оригинальной методики (3,9%) соответствует результатам крупных центров [3], тогда как в стандартной группе (28,0%) он многократно выше. Столь резкое различие само по себе указывает на вероятное участие факторов, выходящих за рамки одного технического приёма: при сопоставимых исходных характеристиках групп вклад в итоговый показатель вносят период работы центра, накопленный опыт коллектива, отбор пациентов и протокол послеоперационного ведения.

Устойчивость различия и её пределы. Направление и величина эффекта сохранялись во всех использованных подходах к коррекции – регрессии Фирта, стратификации Мантеля–Хензеля и взвешивании по показателю склонности, а также при ограничении анализа артериальным переключением и при альтернативных допущениях о виде операции. Согласованность оценок, полученных методами с разными допущениями, снижает вероятность того, что результат объясняется особенностями единственной статистической модели.

Границы этой устойчивости очерчены двумя наблюдениями. Первое – ослабление различия при ограничении периодом 2023–2024 гг. (p=0,070), когда обе методики применялись параллельно: сужение выборки уменьшает число исходов в стандартной группе до трёх и одновременно снимает часть смешения с периодом, поэтому утрату значимости нельзя трактовать ни как опровержение, ни как подтверждение эффекта. Второе – результат анализа «хрупкости»: переклассификация трёх исходов лишает различие значимости, что характерно для сравнений, опирающихся на малое число событий. Парный подбор 1:1, формально не выявивший значимости, уменьшает выборку вдвое и теряет мощность, тогда как взвешивание сохраняет всех пациентов и даёт оценку, близкую к основной.

Механистическое обоснование и его ограничения. Предварительное формирование неоаорты позволяет выбрать положение устьев по уже сформированной геометрии сосуда, а подкладывание аутоперикардиальной полоски под витки непрерывного шва распределяет усилие нити по площади коронарной площадки. Оба приёма направлены на уменьшение натяжения, перегиба и прорезывания стенки – механизмов, ведущих к коронарной ишемии и ранней смерти после артериального переключения.

Предложенное объяснение остаётся гипотезой: причины смерти в базе не верифицированы, интраоперационный тип коронарных артерий не зафиксирован и в модели не учитывался, прямые показатели коронарного кровотока не регистрировались. Прогностическая роль коронарной анатомии в литературе неоднозначна [1, 2, 6], а девять пациентов с аномальными коронарными артериями по данным эхокардиографии, включая одного умершего, не позволяют оценить её влияние в представленном материале.

Период операции и кривая освоения. Период вмешательства независимо влиял на отдалённую летальность в популяционном исследовании [4], что подтверждает необходимость поправки на год операции при сравнении методик, вводившихся последовательно. Распределение летальных исходов внутри стандартной группы по разным годам (2022, 2024 и 2025 гг.) указывает, что её результаты не сводятся к раннему периоду освоения; вместе с тем концентрация 81,8% пациентов оригинальной группы в 2023–2024 гг. не позволяет полностью отделить эффект методики от эффекта накопленного опыта и изменений периоперационного ведения.

Интерпретация вторичных результатов. Увеличение длительности пребывания в ОРИТ и стационаре в оригинальной группе примерно на 40% после коррекции согласуется с протоколом сохранения катетера в левом предсердии в течение 3–5 суток и с более интенсивным наблюдением. Второе объяснение связано с составом групп выживших: при меньшей летальности в оригинальной группе среди выписанных оказывается больше пациентов, перенёсших тяжёлый ранний послеоперационный период, которые в сравниваемой группе могли не дожить до выписки. Показатели, отражающие состояние миокарда и клапанов при выписке – ФВ ЛЖ, степень ТР и функциональный класс NYHA, – между группами не различались, что не подтверждает преимущества ни одной из методик по функциональному результату госпитального этапа. Различие по частоте отсроченного закрытия грудины значимости не достигло.

Клиническое значение. Полученные данные обосновывают продолжение применения оригинальной методики в центре и её проспективную проверку, но не позволяют рекомендовать её как доказанно более эффективную. Практическое значение имеет протокольная часть работы: обязательная регистрация интраоперационного типа коронарных артерий, кодирование непосредственных причин смерти с выделением коронарно-обусловленных, фиксация времени искусственного кровообращения и пережатия аорты, а также раздельный учёт применения катетера в левом предсердии. Без этих данных сравнение технических приёмов остаётся косвенным.

Ограничения. Нерандомизированный дизайн не исключает смещения по показаниям: причины выбора методики не зафиксированы. Малое число летальных исходов (10) и небольшая стандартная группа (25 пациентов) обусловливают широкие доверительные интервалы и чувствительность результата к изменению нескольких исходов. Группы частично разделены по годам, что создаёт смешение с периодом и кривой освоения. Не учтены сложность вмешательства, подготовленность левого желудочка, срочность операции, опыт конкретного хирурга и интраоперационный тип коронарных артерий. Эффект компрессионного демпфера не отделим от эффекта мониторинга давления в левом предсердии. Качество базы ограничивает анализ: вид операции неизвестен у 22,9% пациентов, часть полей заполнена шаблонно, время искусственного кровообращения известно лишь у 71 пациента. Анализ ограничен госпитальным периодом; отдалённые результаты, включая коронарные события, реоперации и неоаортальную регургитацию, будут представлены отдельно.

Выводы. Госпитальная летальность при D-ТМС в когорте из 102 пациентов составила 9,8%: 3,9% при оригинальной методике реимплантации коронарных артерий и 28,0% при стандартной (отношение рисков 0,14; 95% ДИ 0,04–0,50).

Различие сохранялось при коррекции на возраст и период операции, при стратификации и взвешивании по показателю склонности и в большинстве анализов чувствительности (ОШ 0,07–0,19), ослабевая при ограничении периодом 2023–2024 гг. ($p=0,070$) и оставаясь чувствительным к изменению числа исходов.

Полученные данные не позволяют утверждать, что оригинальная методика снижает летальность: необходимы проспективная проверка, расширение выборки, верификация причин смерти и анализ отдалённых результатов.

Продолжительность пребывания в ОРИТ и стационаре у выживших была больше при оригинальной методике, что требует отдельного анализа роли протокола ведения катетера в левом предсердии.

Литература:

1. Fricke T.A., Buratto E., Thungathurthi K., et al. Outcomes of the arterial switch operation in patients with inverted coronary artery anatomy // The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery. 2022. Vol. 164, № 6. P. 1993–2000. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2021.12.055.
2. Hannarong J., Tocharoenchok T., Sriyoschati S., et al. Short- and long-term outcomes of patients who underwent the arterial switch operation at Siriraj Hospital – Thailand's largest national tertiary referral centre // World Journal for Pediatric and Congenital Heart Surgery. 2025. Vol. 16, № 5. P. 612–619. DOI: 10.1177/21501351241311264.
3. Kitamura S., Tachimori H., Murakami A., et al. Mortality analysis of arterial switch operation for transposition of the great arteries with and without ventricular septal defect // European Journal of Cardio-Thoracic Surgery. 2022. Vol. 61, № 4. P. 797–804. DOI: 10.1093/ejcts/ezab545.
4. Koubský K., Gebauer R., Tláskal T., et al. Long-term survival and freedom from coronary artery reintervention after arterial switch operation for transposition of the great arteries: a population-based nationwide study // Journal of the American Heart Association. 2021. Vol. 10, № 13. Art. e020479. DOI: 10.1161/JAHA.120.020479.
5. Nguyen M.T., Doan A.V., Tran V.Q., et al. The arterial switch operation in the developing world: risk factors and current outcomes // The Annals of Thoracic Surgery. 2024. Vol. 117, № 3. P. 543–549. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2023.07.048.
6. Nguyen S.N., Vinogradsky A.V., Tao A.M., et al. Rare coronary artery variants are associated with increased mortality and reinterventions following the arterial switch operation // The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery. 2025. Vol. 169, № 1. P. 217–228.e22. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2024.07.010.

ГОСПИТАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ХИРУРГИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ D-ТРАНСПОЗИЦИИ МАГИСТРАЛЬНЫХ СОСУДОВ: СРАВНЕНИЕ ОРИГИНАЛЬНОЙ И СТАНДАРТНОЙ МЕТОДИК РЕИМПЛАНТАЦИИ КОРОНАРНЫХ АРТЕРИЙ

Холмуратов А.А., Бердиев К.Б., Абдуллаев З.Ф., Инагамов С.А., Хакимова М.К., Бобамуратова Д.Т.

Резюме. *Цель: сравнить госпитальные результаты хирургической коррекции D-транспозиции магистральных сосудов (D-ТМС) при стандартной и оригинальной (патентованной) методиках реимплантации коронарных артерий и оценить устойчивость различий к измеренным смешивающим факторам. Материал и методы: одноцентровый нерандомизированный анализ 105 пациентов, оперированных в 2021–2026 гг.: оригинальная методика – 78 пациентов, стандартная – 25. Основная конечная точка – госпитальная летальность (исход известен у 102 пациентов); вторичные – длительность пребывания в отделении реанимации и в стационаре, длительность искусственной вентиляции лёгких, оставление грудной клетки открытой, фракция выброса левого желудочка, трикуспидальная регургитация и класс NYHA. Использованы точный критерий Фишера, регрессия Фирта, стратификация Мантеля–Хензеля и взвешивание по показателю склонности. Результаты: госпитальная летальность составила 9,8% (10/102): 3,9% (3/77) при оригинальной и 28,0% (7/25) при стандартной методике; отношение рисков 0,14 (95% ДИ 0,04–0,50; p=0,0018). С поправкой на возраст и период отношение шансов составило 0,13 (0,03–0,50), по Мантелю–Хензелю – 0,10 (0,02–0,47), по взвешиванию – отношение рисков 0,15 (0,04–0,58). При ограничении периодом 2023–2024 гг. различие ослабевало (p=0,070). У выписанных живыми длительность пребывания в реанимации (9 против 6 суток) и в стационаре (17 против 12 суток) была больше в оригинальной группе. Выводы: различие сохранялось при поправке на измеренные факторы, но нерандомизированный дизайн, 10 наблюдавшихся летальных исходов и смешение с периодом операции не позволяют делать причинных выводов.*

Ключевые слова: *транспозиция магистральных сосудов, артериальное переключение, коронарные артерии, реимплантация, госпитальная летальность, врождённые пороки сердца.*