



Article

Сравнительная эффективность кристаллоидной и кровяной кардиоплегии по методу del Nido у детей с септальными врожденными пороками сердца

Б.Ф. Ходжиев ^{*1} , Э.А. Сатвалдиева ¹ , Э.Т. Куралов ¹ , А.П. Байжуманов ¹ , А.А. Абдукадыров ¹ , Т.М. Уринхужаев ¹

¹ Операционный блок и Анестезиология, Национальный детский медицинский центр, Ташкент, 100171, Узбекистан
bakhridinkhodjiyev@gmail.com (Б.Х.), elsatanest@mail.ru (Э.С.), eldarkuralov306@gmail.com (Э.К.),
abdulaziz.karit@gmail.com (А.Б.), armanio11012706@gmail.com (А.Б.), orinxojayevtm@gmail.com (Т.У.)

* Correspondence: bakhridinkhodjiyev@gmail.com (Б.Х.)

Аннотация:

Цель. Оценить частоту ишемического повреждения миокарда у детей раннего возраста с септальными врожденными пороками сердца (ВПС) при использовании различных методов кардиоплегической защиты.

Материалы и методы. В проспективное исследование были включены 95 пациентов в возрасте от 1 до 3 лет, прооперированных в условиях искусственного кровообращения в Национальном детском медицинском центре. Пациенты были разделены на две группы: контрольную (n = 42), где применялась кристаллоидная фармакохолодовая кардиоплегия (КК), и основную (n = 53), где использовалась модифицированная кровяная кардиоплегия по методу del Nido.

Результаты. Уровень тропонина I через 6 и 24 часа после операции, фракция выброса, продолжительность ИВЛ и пребывание в ОРИТ были основными критериями оценки. Повышение тропонина I 10-кратной нормы отмечено у 31,3% пациентов группы del Nido и 62,5% — группы КК (p < 0,001). Снижение фракции выброса через 24 ч составило 30,7% в группе КК и 18% в группе del Nido.

Заключение. Результаты показали, что применение кровяной кардиоплегии по методу del Nido обеспечивает лучшую миокардиальную защиту и снижает частоту повреждения миокарда в раннем послеоперационном периоде у детей с ВПС.

Ключевые слова: врожденный порок сердца, кристаллоидная кардиоплегия, Del Nido, искусственное кровообращение.

Цитирование: Б.Ф. Ходжиев, Э.А. Сатвалдиева, Э.Т. Куралов, А.П. Байжуманов, А.А. Абдукадыров, Т.М. Уринхужаев. Сравнительная эффективность кристаллоидной и кровяной кардиоплегии по методу del Nido у детей с септальными врожденными пороками сердца. 2025, 3,2, 2. <https://doi.org/>

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/>).

Comparative Effectiveness of Crystalloid and Blood-Based del Nido Cardioplegia in Children with Septal Congenital Heart Defects

Bakhridin F.Khodjiyev ^{*1} , Elmira A.Satvaldiyeva ¹ , Eldor T.Kuralov ¹ , Arman P.Bayjumanov ¹ , Abdulaziz A.Abdukadirov ¹ , Tursunkhuja M.Urinkhujayev ¹

¹ Operating Theatre and Anesthesiology Department, National Children's Medical Center, Tashkent, 100171, Uzbekistan
bakhridinkhodjiyev@gmail.com (B.Kh.), elsatanest@mail.ru (E.S.), eldarkuralov306@gmail.com (E.K.), abdulaziz.karit@gmail.com (A.B.), armanio11012706@gmail.com (A.B.), orinxojayevtm@gmail.com (T.O.)

Abstract:

Aim. To assess the frequency of myocardial ischemic injury in young children with septal congenital heart defects (CHDs) undergoing open-heart surgery, depending on the method of cardioplegic protection.

Materials and methods. A prospective study included 95 patients aged 1 to 3 years who underwent surgery under cardiopulmonary bypass at the National Children's Medical Center. Patients were divided into two groups: the control group (n = 42) received crystalloid pharmacohypothermic cardioplegia (CC), and the study group (n = 53) received modified blood-based del Nido cardioplegia. **Results.** Troponin I levels at 6 and 24 hours postoperatively, ejection fraction, mechanical ventilation duration, and ICU stay were the main outcome measures. Elevated troponin I 10 times the upper limit of normal was observed in 31.3% of the del Nido group and 62.5% of the CC group ($p < 0.001$). Ejection fraction decreased by 30.7% in the CC group and by 18% in the del Nido group at 24 hours post-surgery.

Conclusion. Blood-based del Nido cardioplegia provides superior myocardial protection and reduces the incidence of myocardial injury in the early postoperative period in children with CHDs.

Keywords: congenital heart defect, crystalloid cardioplegia, del Nido, cardiopulmonary bypass.

Введение

До сих пор проблема интраоперационной защиты миокарда от ишемического повреждения широко обсуждается. Об этом можно судить по широкому разнообразию применяемых кардиоплегических растворов и их модификаций. С увеличением объема и длительности операции удлиняется время искусственного кровообращения (ИК) и ишемии миокарда, что требует разработки наиболее эффективных растворов для перфузии миокарда в периоде асистолии [1,2].

Обеспечение адекватной защиты миокарда во время операции – значимый фактор, влияющий, как на непосредственные, так и на отдаленные результаты коррекции ВПС [2,3]. Сегодня 84,3% кардиохирургов при операциях на открытом сердце отдают предпочтение кардиopleгии в условиях асистолии и лишь 15,7% оперировали в условиях фибриллирующего сердца. Из тех, кто использовал кардиopleгию, 83,5% выбирали кровяную кардиopleгию и всего 16,5% - кристаллоидную кардиopleгию [4]. В свою очередь, другой исследователь Jacob S. (2008) уточнил, что 56% кардиохирургов применяли холодовую кровяную кардиopleгию, в 14% - нормотермическую кровяную кардиopleгию, в 14% - кристаллоидную кардиopleгию, в 21% применяли ретроградное введение раствора, а в 16% совсем не применяли методы кардиopleгии [5].

В начале 1990-х годов исследователи из Питтсбургского университета разработали решение для кардиopleгии, специально для удовлетворения уникальных потребностей незрелого миокарда. Их внимание было сосредоточено на решении проблемы внутриклеточного кальция, высокоэнергетических фосфатов миокарда, продукции лактата и внутриклеточной буферизации. Впоследствии доктор Педро Дель Нидо модифицировал раствор для защиты незрелого детского миокарда, который в своем составе имел базовый раствор Плазма-Лит А, малодоступный в некоторых странах Азии, включая Узбекистан.

Нами использован базовый 0,9% физиологический раствор и фармацевтические препараты с различными концентрациями активного вещества. Анализ литературы показал недостаточность данных о связи повышения тропонинов с эхокардиографической (ЭхоКГ) динамикой как проявлением миокардиального повреждения [6,8? ?]. Наша работа направлена на комплексное изучение эффективности миокардиальной защиты путем анализа показателей метаболизма (креатинкиназы МБ, тропонина, лактата, глюкозы), времени длительности ИК, времени зажима, длительности кардиопротекции, частоты фибрилляции желудочков, потребности в инотропной терапии, времени механической вентиляции, срока пребывания в отделении интенсивной терапии (ОИТ).

Цель исследования

Оценить и выявить частоту ишемического повреждения миокарда при открытых операциях на сердце у детей раннего возраста с ВПС в зависимости от метода кардиоплегической защиты.

Материалы и методы

Проведено проспективное сравнительное исследование с оценкой эффективности интраоперационной защиты миокарда у детей раннего возраста с ВПС (n=91, от 1 года до 3-х лет) при применении кристаллоидной и кровяной кардиopleгии по del Nido. Исследование

проводилось в Национальном Детском Медицинском Центре РУз с февраля 2021 по декабрь 2024 года у детей раннего возраста с септальными ВПС (Дефект межпредсердной перегородки и Дефект межжелудочковой перегородки). Всем пациентам проведена операция закрытия дефекта на открытом сердце в условиях искусственного кровообращения и кардиopleгии. Все маленькие пациенты были разделены на 2 группы. Контрольная группа (n=40), где проводилась кардиопротекция фармакохолодовым кристаллоидным кардиopleгическим раствором (КК). В основной группе (n=51) применялся раствор Дель Нидо локализованной модификации с добавлением оксигенированной крови в соотношении 4:1.

Критерии включения в исследование:

- дети в возрасте от 1 года до 3 лет;
- первичная радикальная коррекция ВПС: изолированного ДМЖП и ДМПП;
- уровень высокочувствительного тропонина I (hs-TnI) 0,034 нг/мл;
- отсутствие изменений на ЭКГ, характерных для ишемии миокарда; отсутствие сопутствующей и наследственной патологии;
- информированное согласие на участие в исследовании, полученное от родителей/законных представителей пациентов.

Критерии невключения в исследование:

- предшествующий паллиативный этап коррекции ВПС;
- другие ВПС;
- отсутствие согласия родителей/законных представителей ребенка на участие в исследовании.

Всем пациентам проводилась стандартная общая анестезия с применением рутинных лекарственных средств для индукции и поддержания анестезии во время основного этапа операции. Хирургический подход включал срединную стернотомию, подготовку заплаты из аутоперикарда и к запуску искусственного кровообращения путем подсоединения артериальной канюли на восходящую аорту и двойной венозной канюли на верхнюю и нижнюю полую вену. Остановку сердца производили антеградным введением кардиopleгического раствора через канюлю, установленную в корень аорты после пережатия аорты при температуре тела 32-33°С. Растворы готовили медицинские сестры по разработанной нами электронной вычислительной таблице соблюдая принципы асептики и антисептики и охлаждались до 2-4°С. В основной группе в раствор добавлялась оксигенированная кровь после начала ИК. После восстановления сердечной деятельности и отлучения от ИК всем пациентам проводилась модифицированная ультрафильтрация. Состав кардиopleгических растворов приведен в таблицах 1,2.

Таблица 1. Оригинальная рецептура Дел Нидо

Jadval 1. Original formulation of Del Nido

Ингредиент	Объём (ml)	Роль
Plasma-Lite A	1000,0	Базовый раствор: Na 140 mEq/l; K 5 mEq/l; Mg 3 mEq/l; pH 7,4
KCl ² mEq/l	13,0	Деполаризация миокарда
NaHCO ₃ 8,4%	13,0	pH буфер
MgSO ₄ 50%	4,0	Блокатор кальциевых каналов, улучшение восстановления миокарда
Lidocaine 1%	13,0	Блокатор натриевых каналов, гиперполяризующий агент
Mannitol 20%	16,3	Осмотическое давление, поглощение свободных радикалов

Нами также разработана электронно-вычислительная программа расчета кардиopleгического раствора и его составляющих, что позволяет быстро рассчитать необходимое количество лекарственных средств, уменьшить их перерасход и подобрать объем в зависимости от массы тела пациента.

Таблица 2. Состав кардиоплегических растворов, используемых в исследовании**Jadval 2.** Composition of cardioplegic solutions used in the study

Ингредиент	КК	Локализованный Del Nido
NaCl 0,9%	500,0 ml	500,0 ml
KCl 4%	32,5 ml	32,6 ml
NaHCO ₃ 4%	13,8 ml	14,4 ml
MgSO ₄ 25%	4,0 ml	4,2 ml
Lidocaine 2%	3,25 ml	3,4 ml
Mannitol 15%	11,5 ml	11,5 ml
Glucose 40%	2,5 ml	-
Оксигенированная аутокровь (кровь/раствор)	-	142 ml 1:4

Таблица 3. Электронно-вычислительная программа расчета кардиоплегического раствора и его составляющих**Table 3.** Electronic computation program for calculating the cardioplegic solution and its components

Local del Nido доработанная	Расчетный показатель		Соответствие эталону
Компоненты кардиоплегии	мг/мл	Объем	
Натрий хлорид 0,9%	7,947	200,0	99%
Манитол 15% (150мг/мл)	3,044	4,6	99%
Лидокаин 2% (20мг/мл)	0,122	1,4	99%
Магния сульфат 25% (250мг/мл)	1,867	1,7	99%
Гидрокарбонат натрия 4% (40 мг/мл)	1,020	5,8	99%
Калий хлорид 4%	2,304	13,0	100%
Полученный объем во флаконе встряхнуть 3 раза:	4 части	226,5	Укажите объем NaCl 0,9% для приготовления кардиоплегического раствора
Добавить оксигенированную кровь (мл)	1 часть	57	
Подавать охлажденным 6-80 С из расчета 20 мл/кг с давлением не более 100 мм.рт.ст.	всего 5 частей	283	

Оценивали конечные точки – повышение уровня тропонина I >10 раз через 6 часов после операции, сохраняющееся через 24 часа и верификацию синдрома миокардиального повреждения, которое сопровождалось стойким повышением уровня тропонина I более чем в 10 раз от верхней границы нормы, сохраняющееся через 6 и 24 часа, появлением патологических зубцов Q, полной блокадой левой ножки пучка Гиса, снижением при ЭхоКГ глобальной продольной деформации ЛЖ на 50% от исходного значения через 6 часов после операции.

Показатели кардиомаркеров определяли высокочувствительным методом с использованием реагентов и калибраторов Troponin I, CK-MB (NT-proBNP, Fineware) на иммунофлуоресцентном анализаторе WONDFO Fineware III plus до операции, через 6 ч, 24 ч и на 3-е сутки после операции. Референсные значения TrI 0–0,1 нг/мл, CK-MB 0-5 нг/мл. Трансторакальную ЭхоКГ выполняли с применением ультразвукового сканера Vivid T8 (General Electric Healthcare, США) до операции, через 6, 24 часов и на 10-е сутки после операции.

В случае необходимости использовалась кардиотоническая поддержка. Инотропную поддержку оценивали путем расчета вазоактивного инотропного индекса по формуле: инотропный индекс + (100 × норэпинефрин (мкг/кг/мин)) + (10 × милринон (мкг/кг/мин)), где инотропный индекс = добутамин (мкг/кг/мин) + допамин (мкг/кг/мин) + эпинефрин (мкг/кг/мин) [9].

Для статистической оценки результатов использовали пакеты Statistica 13.5. При сравнении измерений по количественным показателям для оценки статистической значимости различий применяли Т-критерий для парных выборок. Оценку различий в качественных переменных проводили с помощью критерия² Пирсона. Различия между исходно изучаемыми параметрами считались значимыми при $p < 0,05$.

Результаты

Сравнительный анализ клинико-демографических данных пациентов в исследуемых группах до операции не выявил статистически значимых различий по возрасту, полу, массе тела, площади поверхности тела (табл. 4).

Таблица 4. Характеристика пациентов по группам

Table 4. Patient characteristics by groups

Показатель	Группа контроля, n=40	Основная группа n=51	P
Пол М/Д (%)	31 (77,5)/9(22,5)	40(78,4)/11(21,5)	p>0,05
Возраст (мес)	26 ±1,9	20,3±2,1	p>0,05
Индекс массы тела, кг/м ²	23,6 ±1,5	25,9±3,2	p>0,05
Площадь поверхности тела м ²	0,52 ±0,02	0,49±0,04	p>0,05
ДМЖП/ДМПП, %	82,5/17,5	80,4/19,6	p>0,05
ЧСС, уд/мин	129,3±8,31	135,1±7,52	
Время ИК (мин)	62,0±6,87	55,2±5,43	
Время пережатия аорты (мин)	34,6 ±3,02	31,8±3,55	
Время ИК после снятия зажима с аорты (мин)	13,8±2,03	9,5±1,07	
Общее время операции (мин)	176±10,3	129±8,7	
ИВЛ, ч	21,1±0,1	19,1±0,1	
Пребывание в ОРИТ, ч	48,7±1,02	48,0±0,13	
Начало асистолии (сек)	48,2 ±5,00	40,3±1,00	
Повторное введение КР, %	36,3	6,6	
Тропонин I 6 ч после операции ng/ml	9,03± 1,02	7,09±0,01	
Тропонин I 24 ч после операции ng/ml	7,99 ±1,01	6,5±0,71	
КК-МВ 6 ч после операции, ng/ml	19,7 ±1,00	15,3±1,01	
КК-МВ 24 ч после операции, ng/ml	16,7 ±1,32	13,6±1,00	
Лактат до операции, mmol/L	1,0 ±0,01	1,45±0,02	
Лактат 2 ч после операции, mmol/L	1,27± 0,01	1,33±0,00	
Глюкоза до ИК, mmol/L	5,1 ±0,11	5,28±0,11	
Глюкоза во время ИК, mmol/L	8,47± 1,12	8,31±1,03	
Глюкоза после ИК, mmol/L	12,3± 1,13	10,3±1,23	
ФИ до операции, %	66,8	66,3	
ФИ 24 ч после операции, %	46,5	54,4	
ФИ при выписке, %	55,3	62,7	

Концентрация тропонина I в плазме до операции была в референсном диапазоне в обеих группах. Анализ данных ЭхоКГ до операции показал отсутствие статистически значимых различий между группами по показателям, параметрам продольной механики ЛЖ. Группы не различались по длительности ИК, времени зажима аорты (ишемии миокарда), продолжительности ИВЛ, а также срокам послеоперационного пребывания в ОРИТ. Летальных исходов в исследуемых группах не было зарегистрировано.

Оценка динамики уровня тропонина I показала статистически значимые межгрупповые различия. Через 6 часов после операции концентрация тропонина I в плазме крови была повышена у всех пациентов в обеих группах, но в группе «КК» это повышение существенно превышало у пациентов группы «del Nido» (9,03 против 7,09 нг/мл; p < 0,001). В группе «del Nido» через 6 часов после операции 16 пациентов имели повышение уровня тропонина I в 10 раз больше верхней границы нормы, сохраняющееся через 24 часа, тогда как в группе «КК» таких пациентов было 25. Анализ результатов показал, что первичной конечной точки исследования достигли 31,3% (16/51) и 62,5% (27/40) пациентов в группах «del Nido» и «КК» соответственно (p < 0,001). Дальнейшая оценка уровня тропонина I, выявила снижение у всех пациентов без статистически значимых различий между группами. По величине показателя ФИ выявлены достоверные межгрупповые различия, через 24 часа после операции в группах «КК» и «del Nido» показатель ФИ снижался на 30,7% и 18% по отношению к дооперационному уровню, соответственно.

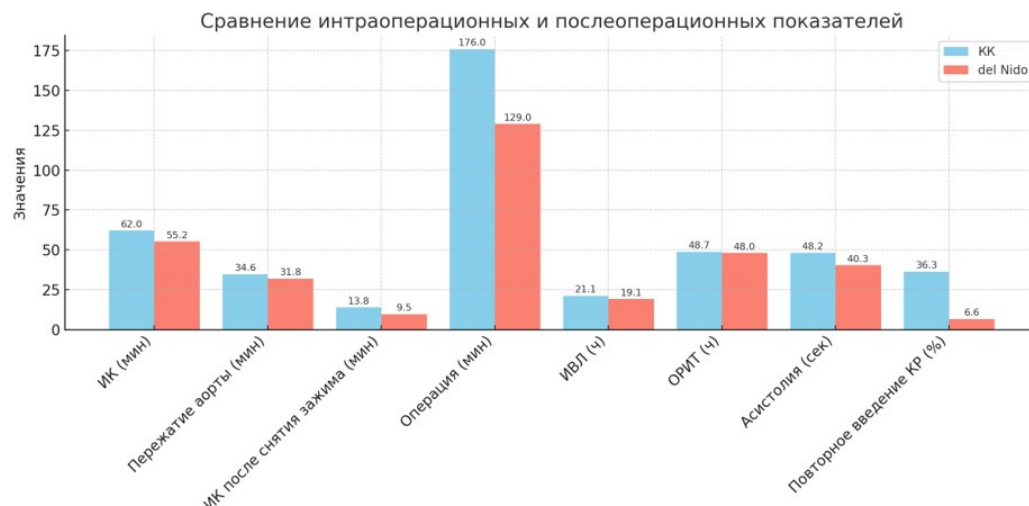


Рис. 1. Сравнения интра- и послеоперационных показателей

Fig. 1. Patient characteristics by groups

Межгрупповых изменений в динамике уровней лактата и глюкозы крови не зафиксировано на этапах исследования. У пациентов исследуемых групп также не было выявлено остро возникшей полной блокады левой ножки пучка Гиса и грубых нарушений сердечного ритма в послеоперационном периоде.

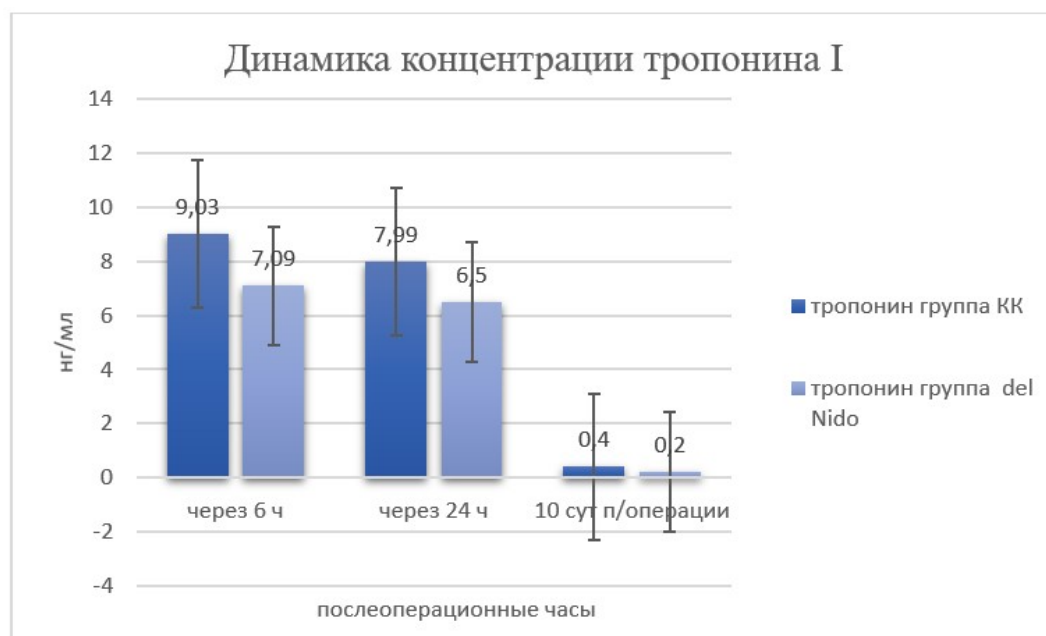


Рис. 2. Динамика плазменной концентрации тропонина I

Fig. 2. Comparison of intraoperative and postoperative indicators

Обсуждение:

Нами проведено сравнение двух часто используемых кардиоплегических стратегий у детей с хирургической коррекцией ДМЖП и ДМПП: кристаллоидной кардиopleгии и модифицированной кровяной кардиopleгии по del Nido. В группе пациентов «del Nido» отмечалось сравнительно меньшее повышение уровня тропонина I после операции, меньше снижались показатели продольной механики ЛЖ; требовалась менее интенсивная инотропная поддержка, чем пациентам группы «KK».

В настоящее время в литературе нет единого мнения об оптимальной кардиоплегической стратегии [10,11]. Для оценки интраоперационного миокардиального повреждения, в том

числе у детей, используется динамическая оценка величины тропонина I [12]. Однако, у детей отсутствуют рекомендации по определению прогностической значимости уровней тропонина I после хирургической коррекции ВПС. В недавнем исследовании J.A. Su и соавт. (2019) обнаружено, что через 8 часов после операции по коррекции ВПС у детей в возрасте до 1 года был повышен уровень тропонина I у 93% пациентов, но только в 14% случаев наблюдался рост или сохранение его повышенных значений через 8 часов после операции. У этих 14% пациентов наблюдались различные гипоперфузионные повреждения, синдром низкого сердечного выброса, инсульт, острое повреждение почек в раннем послеоперационном периоде. Однако, авторам не удалось обнаружить значимого порогового значения тропонина I, которое предсказывало бы гипоперфузионное повреждение. При этом уровень тропонина 8,44 нг/мл через 12 часов после операции оказался единственным показателем, в отношении которого наблюдалась тенденция к прогностической значимости ($p=0,1$, AUC 0,53) [12].

В нашей работе у 21 пациента (23,07%) из общей выборки сохранялось повышение тропонина через 24 часа после операции, что сопровождалось изменениями на ЭКГ и требовало большей инотропной поддержки. У этих пациентов развился синдром миокардиального повреждения, что было связано с различными периоперационными факторами, такими как само хирургическое вмешательство на миокарде, так и негативными эффектами, связанными с использованием ИК [12].

Заключение

1. Синдром миокардиального повреждения отмечается в 26% случаев в раннем послеоперационном периоде хирургической коррекции ДМЖП и ДМПП у детей раннего возраста. Синдром проявлялся стойким повышением уровня тропонина I (более 24 ч), ишемическими изменениями на ЭКГ и требовал активной инотропной поддержки.
2. У детей раннего возраста в ходе коррекции вышеуказанных ВПС применение метода кровяной кардиоплегии по del Nido по сравнению с фармакоологической кристаллоидной кардиоплегией выявило преимущества в виде меньшей частоты и выраженности послеоперационных проявлений повреждения миокарда.

Вклад авторов.

Концептуализация, Б.Х. и Э.С.; Методология, Э.С.; Программное обеспечение, Э.К., Т.У.; Валидация, Э.С., Э.К., А.А., А.Б.; Формальный анализ, Э.С.; Исследование, Б.Х.; Ресурсы, А.Б., Т.У.; Кураторство данных, Х.Ф.; Написание оригинального текста, Б.Х.; Редактирование и коррективировка, Э.С.; Визуализация, А.Б.; Руководство, Э.С.; Администрирование проекта, Б.Х. Все авторы ознакомлены с опубликованной версией рукописи и согласны с ней.

Authors' contribution.

Conceptualization, B.H. and E.S.; Methodology, E.S.; Software, E.K., T.U.; Validation, E.S., E.K., A.A., A.B.; Formal analysis, E.S.; Investigation, B.H.; Resources, A.B., T.U.; Data curation, X.F.; Writing original draft, B.H.; Editing and correction, E.S.; Visualization, A.B.; Supervision, E.S.; Project administration, B.H. All authors have read and approved the published version of the manuscript.

Источник финансирования.

Это исследование не получало внешнего финансирования. APC не оплачивался сторонними фондами.

Funding source.

This research did not receive external funding. APC (Article Processing Charges) were not covered by third-party funds.

Соответствие принципам этики.

Исследование проводилось в соответствии с Декларацией Хельсинки и было одобрено Этическим комитетом Национального детского медицинского центра, Республика Узбекистан (код протокола: NDMC-IRB-2021-02; дата одобрения: 12.02.2021).

Ethics approval.

The study was conducted in accordance with the Declaration of Helsinki and was approved by the Ethics Committee of the National Children's Medical Center, Republic of Uzbekistan (protocol code: NDMC-IRB-2021-02; approval date: 12.02.2021).

Информированное согласие на публикацию.

Информированное согласие было получено от всех родителей/законных представителей участников исследования. Письменное информированное согласие было также получено от родителей пациентов на публикацию анонимизированных данных.

Consent for publication.

Informed consent was obtained from all parents/legal representatives of the study participants. Written informed consent was also obtained from the parents of the patients for the publication of anonymized data.

Заявление о доступности данных

Данные, поддерживающие результаты настоящего исследования, доступны по обоснованному запросу у соответствующего автора. Данные не размещены в открытом доступе в силу соблюдения конфиденциальности и этических обязательств в отношении несовершеннолетних участников.

Data Availability Statement

The data supporting the results of this study are available upon reasonable request from the corresponding author. The data are not publicly available due to confidentiality and ethical obligations concerning the minor participants.

Благодарности

Авторы выражают благодарность операционному и анестезиологическому персоналу Национального детского медицинского центра за техническую и административную поддержку в ходе проведения исследования.

Acknowledgments

The authors express their gratitude to the surgical and anesthesiology staff of the National Children's Medical Center for their technical and administrative support during the conduct of the study.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Спонсоры не участвовали в разработке исследования; в сборе, анализе или интерпретации данных; в написании рукописи или в принятии решения о публикации результатов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest. The sponsors had no role in the design of the study; in the collection, analysis, or interpretation of data; in the writing of the manuscript; or in the decision to publish the results.

Сокращения

ВПС	Врожденный порок сердца
ДМЖП	Дефект межжелудочковой перегородки
ДМПП	Дефект межпредсердной перегородки
ИК	Искусственное кровообращение
ИВЛ	Искусственная вентиляция легких
КК	Кристаллоидная кардиоплегия
ЛЖ	Левый желудочек
ОРИТ	Отделение реанимации и интенсивной терапии
ЭКГ	Электрокардиография
ЭхоКГ	Эхокардиография

Литература

- [1] Petrishchev YA, Levit AL. Effect of the temperature regime of artificial blood circulation on oxygen transport. *Intensive Therapy*. 2006;(4):101–104. In Russian: Петрищев Ю.А., Левит А.Л. Влияние температурного режима искусственного кровообращения на транспорт кислорода. *Интенсивная терапия*. 2006;(4):101–104.
- [2] Drury NE, Yim I, Patel A, et al. Cardioplegia in paediatric cardiac surgery: a systematic review of randomized controlled trials. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2019;28(1):144–150.
- [3] Adan A, Eleyan L, Zaidi M, Ashry A, Dhannapuneni R, Harky A. Ventricular septal defect: diagnosis and treatments in the neonates: a systematic review. *Cardiol Young*. 2021;31(5):756–761. <https://doi.org/10.1017/S1047951120004576>.
- [4] Karthik S, Grayson AD, Fabri BM. A survey of current myocardial protection practices during coronary artery bypass grafting. *Ann R Coll Surg Engl*. 2004;86:413–415.
- [5] Jacob S. Is blood cardioplegia superior to crystalloid cardioplegia? *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2008;7(3):491–498.
- [6] Devereaux PJ, Lamy A, Chan MTV, Allard RV, Lomivorotov VV, Landoni G, Zheng H, Paparella D, McGillion MH, Belley-Côté EP, et al.; VISION Cardiac Surgery Investigators. High-sensitivity troponin I after cardiac surgery and 30-day mortality. *N Engl J Med*. 2022;386(9):827–836. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2000803>.
- [7] Kotby AA, Abd Al Aziz MM, Husseiny AH, Al-Fahham MM. Detection of early myocardial injury in children with ventricular septal defect using cardiac troponin I and two-dimensional speckle tracking echocardiography. *Pediatr Cardiol*. 2020;41(8):1548–1558. <https://doi.org/10.1007/s00246-020-02410-2>.
- [8] Aly D, Madan N, Kuzava L, Samrany A, Parthiban A. Comprehensive evaluation of left ventricular deformation using speckle tracking echocardiography in normal children: comparison of three-dimensional and two-dimensional approaches. *Cardiovasc Ultrasound*. 2022;20(1):3. <https://doi.org/10.1186/s12947-022-00273-6>.
- [9] Gaies MG, Jeffries HE, Niebler RA, Pasquali SK, Donohue JE, Yu S, et al. Vasoactive-inotropic score is associated with outcome after infant cardiac surgery: an analysis from the Pediatric Cardiac Critical Care Consortium and Virtual PICU System Registries. *Pediatr Crit Care Med*. 2014;15(6):529–537. <https://doi.org/10.1097/PCC.0000000000000153>.
- [10] Uglova YeV, Nartsissova GP, Kniazkova LG, Lomivorotov VN, Gorbatykh YuN, Sinelnikov YuS, Naberukhin YuL. Clinical/biochemical aspects of myocardium protection efficiency during major surgery of congenital heart diseases in infants. *Circulation Pathol Cardiac Surg*. 2011;(1):41–48. In Russian: Углова Е.В., Нарциссова Г.П., Князькова Л.Г., Ломиворотов В.Н., Горбатов Ю.Н., Синельников Ю.С., Наберухин Ю.Л. Клинико-биохимические аспекты эффективности защиты миокарда при радикальной коррекции врождённых пороков сердца у пациентов первого года жизни. *Патология кровообращения и кардиохирургия*. 2011;(1):41–48.
- [11] Uglova YeV, Larionov PM, Lomivorotov VN, Gorbatykh YuN, Sinelnikov YuS, Afanasiev IS, Mandrik MM. Comparative assessment of methods for myocardium protection with analysis of cardiocytes DNA lesions in infants. *Circulation Pathol Cardiac Surg*. 2009;(2):30–33. In Russian: Углова Е.В., Ларионов П.М., Ломиворотов В.Н., Горбатов Ю.Н., Синельников Ю.С., Афанасьев И.С., Мандрик М.М. Сравнительная оценка методов защиты миокарда с анализом повреждения ДНК кардиоцитов у детей первого года жизни. *Патология кровообращения и кардиохирургия*. 2009;(2):30–33.
- [12] Su JA, Kumar SR, Mahmoud H, Bowdish ME, Toubat O, Wood JC, Kung GC. Postoperative serum troponin trends in infants undergoing cardiac surgery. *Semin Thorac Cardiovasc Surg*. 2019;31(2):244–251. <https://doi.org/10.1053/j.semtcvs.2018.08.010>.

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.