



УДК 616.132-007.271-053.3-089

DOI 10.17802/2306-1278-2024-13-3S-52-65

БЛИЖАЙШИЕ И ОТДАЛЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ЛЕЧЕНИЯ КРИТИЧЕСКОЙ КОАРКТАЦИИ АОРТЫ У НОВОРОЖДЕННЫХ: ПЕРВИЧНАЯ ХИРУРГИЧЕСКАЯ КОРРЕКЦИЯ И СТЕНТИРОВАНИЕ

К.А. Рзаева, И.А. Сойнов, А.Н. Архипов, Ю.Н. Горбатов, А.В. Богачев-Прокофьев

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр имени академика Е.Н. Мешалкина» Министерства здравоохранения Российской Федерации, ул. Речкуновская, 15, Новосибирск, Российская Федерация, 630055

Основные положения

• Критическая коарктация аорты у новорожденных приводит к тяжелой перегрузке левого желудочка давлением, повреждению миокарда, что сопровождается высоким риском развития кардиогенного шока и внезапной сердечной смерти. Паллиативное стентирование перешейка аорты у новорожденных в критическом состоянии уменьшает частоту развития летальности в госпитальном периоде и позволяет подготовить пациента к радикальной хирургической коррекции порока.

Цель	Сравнить ближайшие и отдаленные результаты хирургической коррекции и паллиативного стентирования критической коарктации аорты у новорожденных.
Материалы и методы	Проведено одноцентровое ретроспективное исследование 85 новорожденных с критической коарктацией аорты, которым с 2008 по 2021 г. в отделении врожденных пороков сердца ФГБУ «НМИЦ им. ак. Е.Н. Мешалкина» Минздрава России выполнено хирургическое лечение порока. Исключены из исследования 11 пациентов. Все пациенты, вошедшие в исследование (74 пациента), были разделены на две группы: первичная хирургическая коррекция порока ($n = 54$; 73%) и паллиативное стентирование ($n = 20$; 27%). После PSM-анализа группы были сбалансированы по возрасту, весу, полу, площади поверхности тела и лактату. Отобраны 40 больных: по 20 человек в каждой группе. Статистически значимых отличий в исходных характеристиках между группами не обнаружено.
Результаты	Технический успех стентирования коарктации аорты составил 100%. Летальный исход в группе паллиативного стентирования зарегистрирован в 10% случаев, в то время как в группе первичной хирургической коррекции – в 55,5% случаев ($p = 0,048$). Осложнения в раннем послеоперационном периоде чаще отмечены в группе первичной хирургической коррекции. Отдаленные осложнения не различались между группами и имели одинаковую частоту развития.
Заключение	Паллиативное стентирование критической коарктации аорты сопровождается меньшей летальностью в госпитальном периоде в сравнении с первичной хирургической коррекцией (10 против 55,5% случаев, $p = 0,048$). Полиорганная недостаточность в раннем послеоперационном периоде явилась независимым фактором риска летального исхода (отношение рисков (ОР) 102, 95% доверительный интервал (ДИ) 3,5–295, $p < 0,01$). Пациенты с критической коарктацией аорты после первичной хирургической коррекции демонстрировали более высокую частоту возникновения ранних послеоперационных осложнений в сравнении с паллиативным стентированием (80 против 40% случаев, $p = 0,02$). Единственным фактором риска полиорганной недостаточности (ОР 22,8, 95% ДИ 4,1–302, $p = 0,03$) и/или острой почечной недостаточности (ОР 17,6, 95% ДИ 1,3–238, $p = 0,02$) явилась первичная хирургическая коррекция порока. Основным фактором риска абдоминального синдрома стали операции в условиях искусственного кровообращения (ОР 19, 95% ДИ 4,8–280, $p = 0,01$). Отдаленные осложнения не различались между группами и имели одинаковую частоту возникновения.
Ключевые слова	Коарктация аорты • Новорожденные • Паллиативное стентирование

Поступила в редакцию: 06.06.2024; поступила после доработки: 21.07.2024; принята к печати: 15.08.2024

Для корреспонденции: Ксения Асифовна Рзаева, ksusha.rzaeva@yandex.ru; адрес: ул. Речкуновская, 15, Новосибирск, Российская Федерация, 630055

Corresponding author: Kseniya A. Rzaeva, ksusha.rzaeva@yandex.ru; address: 15, Rechkunovskaya St., Novosibirsk, Russian Federation, 630055

COMPARISON OF IMMEDIATE AND LONG-TERM RESULTS OF TREATMENT OF CRITICAL COARCTATION IN NEWBORNS: STENTING/PRIMARY SURGICAL CORRECTION

K.A. Rzaeva, I.A. Soynov, A.V. Arkhipov, Yu.N. Gorbatykh, A.V. Bogachev-Prokophiev

Federal State Budgetary Institution “National Medical Research Center named after academician E.N. Meshalkin” of the Ministry of Health of the Russian Federation, 15, Rechkunovskaya St., Novosibirsk, Russian Federation, 630055

Highlights

- Critical aortic coarctation (CoA) in newborns leads to severe pressure overload of the left ventricle (LV), myocardial damage, which is accompanied by a high risk of cardiogenic shock and sudden cardiac death. Palliative stenting of the aortic isthmus in critically ill newborns reduces the incidence of mortality in the hospital period and makes it possible to prepare the patient for radical surgical correction of the defect.

ORIGINAL STUDIES

Aim	To compare immediate and long-term results of palliative stenting and surgical correction of critical aortic coarctation in newborns.
Methods	The single-center, retrospective study was conducted at the National Medical Research Center named after Academician E.N. Meshalkin. From 2008 to 2021, the Department of Congenital Heart Diseases performed surgical treatment of 85 patients with critical aortic coarctation. 11 patients were excluded from the study. All patients included in the study (74 patients) were divided into two groups: palliative stenting (n = 20; 27%) and primary surgery (n = 54; 73%). After PSM analysis, the groups were balanced by age, weight, gender, body surface area and lactate. 40 patients were selected: 20 in each group. There were no significant differences between baseline characteristics between the groups.
Results	The technical success of aortic coarctation stenting was 100%. The lethal outcome in the stenting group was in 2 (10%) cases, while in the primary surgery group it was in 11 (55.5%) cases, p = 0.048. Complications in the early postoperative period were higher in the open surgery group. Long-term complications did not differ between groups and had an equal incidence of development.
Conclusion	Palliative stenting of critical aortic coarctation is associated with lower mortality during hospital stay compared with primary surgical correction (10% vs 55.5%, p = 0.048). Multiple organ failure in the early postoperative period is an independent risk factor (HR 102; 95% CI 3.5–295, p < 0.01) of death. Patients with critical aortic coarctation after primary surgical correction have a higher incidence of early postoperative complications in comparison with patients with palliative stenting (80% vs 40%, p = 0.02). The only risk factor for multiple organ failure (HR 22.8; 95% CI 4.1–302, p = 0.03) and/or acute renal failure (HR 17.6; 95% CI 1.3–238, p = 0.02) is primary surgical correction of the defect. The main risk factor for abdominal syndrome are patients operated with cardiopulmonary bypass (HR 19; 95% CI 4.8–280, p = 0.01). Long-term complications do not differ between groups and have an equal frequency of occurrence.
Keywords	Aortic coarctation • Newborns • Palliative stenting

Received: 06.06.2024; received in revised form: 21.07.2024; accepted: 15.08.2024

Список сокращений

ДИ – доверительный интервал ОР – отношение рисков

Введение

Критическая коарктация аорты у новорожденных приводит к тяжелой перегрузке левого желудочка давлением, повреждению миокарда, что сопровождается высоким риском развития карди-

огенного шока и внезапной сердечной смерти. В этом случае требуется экстренное хирургическое лечение. Оклюзия аорты во время радикальной коррекции порока может привести к прогрессированию дисфункции левого желудочка, а операции

с искусственным кровообращением связаны с системным воспалительным ответом, который может прогрессировать до синдрома полиорганной недостаточности и смерти. По данным литературы, стентирование коарктации аорты в качестве паллиативного метода является эффективным и безопасным способом коррекции порока в острый период [1, 2]. К сожалению, стентирование коарктации аорты у новорожденных не является окончательным вариантом лечения. На данный момент доступные (в основном коронарные) стенты не подходят для повторной дилатации до достижения оптимального диаметра по мере роста ребенка [3, 4]. Следовательно, стентирование коарктации аорты в качестве «моста» возможно в кардиохирургической практике с целью стабилизации состояния новорожденного и подготовки к радикальной хирургической коррекции. С учетом того что паллиативное стентирование перешейка аорты у новорожденных в критическом состоянии (как первый этап комбинированной коррекции порока) уменьшает частоту развития летальности в госпитальном периоде, **цель исследования** заключалась в сравнении ближайших и отдаленных результатов паллиативного стентирования (как первого этапа комбинированной коррекции порока) и первичной хирургической коррекции коарктации аорты у новорожденных в критическом состоянии.

Материалы и методы

Ретроспективное, одноцентровое, псевдорандомизированное исследование выполнено в ФГБУ «НМИЦ им. ак. Е.Н. Мешалкина» Минздрава России с 2008 по 2021 г. Всего за 13 лет в НМИЦ прооперированы 85 новорожденных с критической коарктацией аорты (рис. 1). Из исследования были исключены 11 пациентов согласно критериям исключения. Оставшиеся 74 пациента были разделены на две группы в зависимости от выполненного вмешательства: первичная хирургическая коррекция ($n = 54$; 73%) и паллиативное стентирование ($n = 20$; 27%)

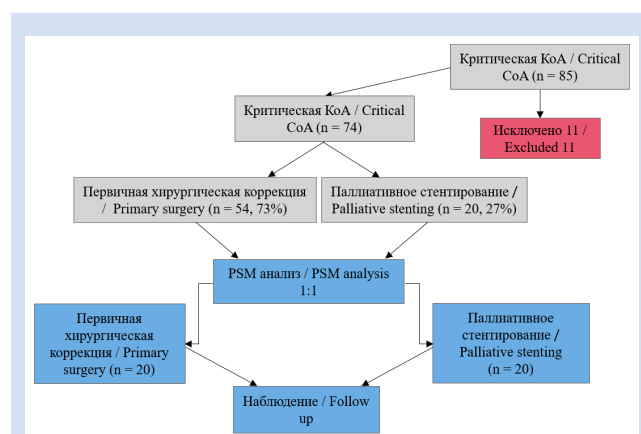


Рисунок 1. Дизайн исследования
Примечание: CoA – коарктация аорты.
Figure 1. Study design
Note: CoA – coarctation of aorta.

($n = 20$; 27%). Для уменьшения влияния систематической ошибки отбора и потенциального смещения использован метод псевдорандомизации (propensity score matching). В модель были включены следующие предоперационные данные: пол, возраст, вес и площадь поверхности тела, уровень лактата. После уравнивания данных отобраны 40 пациентов: по 20 человек в каждой группе. Сравнивали клинико-демографические данные, непосредственные послеоперационные и отдаленные результаты.

Первичной конечной точкой явилась летальность в госпитальном периоде. **Вторичные конечные точки:** острое повреждение почек, требующее перитонеального диализа, синдром полиорганной недостаточности и индекс кардиотонической поддержки.

Критерии включения: новорожденные с критической коарктацией аорты.

Критерии исключения: новорожденные с единственным желудочком сердца, новорожденные с тяжелой патологией центральной нервной системы.

Характеристика пациентов

Средний возраст новорожденных составил 13 (6,5; 28) дней в группе первичной хирургической коррекции и 14 (7,5–26,5) дней в группе паллиативного стентирования. Медиана веса пациентов в обеих группах составила 3,3 кг (межквартильный интервал 2,7–3,7 кг). В общей группе преобладали мальчики – 23 (57,5%) против 17 девочек (42,5%) (рис. 1). В группе первичной хирургической коррекции данное соотношение составило 11 (55%) против 9 (35%), в группе паллиативного стентирования – 12 (60%) против 8 (40%) соответственно. Исходная характеристика пациентов представлена в табл. 1.

Смешение по признаку (confounding by indication), $p = 0,54$. После PSM-анализа группы сбалансировались. Статистически значимых различий в исходных клинических характеристиках между группами не обнаружено.

Статистический анализ

Для уменьшения влияния систематической ошибки отбора и потенциального смещения использован метод псевдорандомизации (propensity score matching). Непрерывные данные представлены в виде медианы (Me) и межквартильного интервала (нижний – верхний квартили). Категориальные данные описаны в виде абсолютных (n) и относительных частот (%). Критерий Шапиро – Уилка использовали для проверки гипотезы о нормальном распределении переменной. Выживаемость пациентов, свобода от развития осложнений выражены графически с использованием метода Каплана – Майера. Уровень достоверности для всех используемых методов установлен как $p < 0,05$.

Результаты

Непосредственные и ранние послеоперационные результаты

Интраоперационные результаты представлены в табл. 2.

Из табл. 2 видно, что индекс кардиотонической поддержки, лактат и продолжительность хирургической процедуры были достоверно выше в группе первичной хирургической коррекции ($p < 0,01$), в то время как темп диуреза достоверно выше в группе паллиативного стентирования ($p < 0,01$).

Послеоперационные характеристики и осложнения раннего послеоперационного периода представлены в табл. 3.

Как видно из табл. 3, острое повреждение почек в стадии недостаточности, почечная недостаточность, требующая перитонеального диализа, индекс кардиотонической поддержки, лактат через 24

ч и длительность госпитализации в раннем послеоперационном периоде были выше в группе первичной хирургической коррекции.

Летальность в группе паллиативного стентирования зарегистрирована в 2 (10%) случаях, в то время как в группе первичной хирургической коррекции – в 11 (55,5%) случаях ($p = 0,048$).

Одно- и многофакторный анализ летальности представлен в табл. 4.

Многофакторный анализ показал, что полиорганная недостаточность была единственным фактором риска летального исхода и увеличивала шанс его развития в 102 раза.

Одно- и многофакторный анализ полиорганной недостаточности представлен в табл. 5.

Единственным фактором риска была первичная хирургическая коррекция, которая увеличивала шанс полиорганной недостаточности в 22,8 раза.

Таблица 1. Исходная клиническая характеристика пациентов исследуемых групп
Table 1. Baseline characteristics of patients

Параметр / Parameter	Первичная хирургическая коррекция / Primary surgery, n = 20	Паллиативное стентирование / Palliative stenting, n = 20	d	p
Возраст на момент операции, дней / Age, days, Me (Q1; Q3)	13 (6,5; 28)	14 (7,5; 26,5)	6,1	0,78
Пол, мужской / Gender, male, n (%)	11 (55)	12 (60)	3,6	> 0,99
Вес на момент операции, кг / Weight, kg, Me (Q1; Q3)	3,3 (2,7; 3,7)	3,3 (2,9; 3,7)	1,4	0,94
Площадь поверхности тела, м ² / Body surface area, m ² , Me (Q1; Q3)	0,215 (0,19; 0,23)	0,220 (0,2; 0,24)	9,8	0,71
Острое повреждение почек / Acute kidney injury (pRIFLE), n (%)				
R	8 (40)	9 (45)		> 0,99
I	6 (30)	7 (35)		> 0,99
F	6 (30)	4 (20)		0,72
Лактат, ммоль/л / Lactate, mmol/L, Me (Q1; Q3)	7,4 (6; 12,9)	7,8 (6,6; 14,6)	8,2	0,74
Градиент руки/ноги, мм рт. ст. / Arm-Leg gradient, mmHg, Me (Q1; Q3)	35 (25,5; 42,5)	33 (24; 44,0)		0,86
Фракция выброса левого желудочка / Left ventricular ejection fraction, %, Me (Q1; Q3)	54 (41,5; 62,0)	50 (39,0; 68,0)		0,48
Индекс конечного диастолического объема левого желудочка, мл/м ² / Index of left ventricular end-diastolic volume, mL/m ² , Me (Q1; Q3)	36 (25,0; 52,0)	40,9 (28,0; 54,0)		0,25
Индекс кардиотонической поддержки / Vasoactive-inotropic score, Me (Q1; Q3)	2,5 (0; 5)	2,5 (0; 6)		0,81
Z-score проксимальной дуги аорты / Z-score of the proximal aortic arch, Me (Q1; Q3)	−1,9 (−0,9; −2,6)	−1,4 (−0,5; −2,2)		0,06
Z-score дистальной дуги аорты / Z-score of the distal aortic arch, Me (Q1; Q3)	−3,1 (−2,2; −3,8)	−2,8 (−2,0; −3,5)		0,11
Z-score перешейка аорты / Z-score of the isthmus of the aorta, Me (Q1; Q3)	−6,0 (−5,4; −8,2)	−5,8 (−5,0; −6,5)		0,35
Сердечно-легочный коэффициент до операции / Cardiopulmonary coefficient before surgery (%)	56,0 (52,5; 60,0)	56,6 (52,0; 59,0)		0,91
Пациенты с низкой массой тела / Patients with low body weight, n (%)	4 (20)	5 (25)		> 0,99
Искусственная вентиляция легких до операции / Mechanical lung ventilation before surgery, n (%)	6 (30)	8 (40)		0,74

Примечание. Здесь и далее в табл. 3, 8: pRIFLE: R – риск; I – повреждение; F – недостаточность.
Note. Here and further in Tables 3, 8: pRIFLE: R – Risk; I – Injury; F – Failure.

Одно- и многофакторный анализ острого повреждения почек, требующего перитонеального диализа, представлен в табл. 6.

Как видно из табл. 6, первичная хирургическая коррекция была единственным фактором риска острого повреждения почек (отношение рисков (ОР) 17,6; 95% доверительный интервал (ДИ) 1,3–238, $p = 0,03$).

Одно- и многофакторный анализ абдоминально-го синдрома представлен в табл. 7.

Единственным фактором риска развития абдоминального синдрома были операции, выполненные в условиях искусственного кровообращения.

После стентирования перешейка аорты 12 (60%) пациентам через 3 нед. выполнена радикальная коррекция, остальные 6 (30%) младенцев прооперированы в более поздние сроки (рис. 2).

Также выполнена оценка результатов коррекции порока, летальности и ранних послеоперационных осложнений в группах первичной хирургической

Таблица 2. Сравнительная характеристика интраоперационных данных
Table 2. Comparative characteristics of intraoperative data

Параметр / Parameter	Первичная хирургическая коррекция / Primary surgery, n = 20	Паллиативное стентирование / Palliative stenting, n = 20	p
Хирургические доступы / Surgical accesses			
Стернотомия (в условиях искусственного кровообращения) / Sternotomy, n (%)	9 (45)	–	–
Боковая торакотомия / Lateral thoracotomy, n (%)	11 (55)	–	–
Бедренная артерия / Femoral artery, n (%)	–	15 (75)	–
Брюшная аорта / Abdominal aorta, n (%)	–	4 (20)	–
Общая сонная артерия / Common carotid artery, n (%)	–	1 (5)	–
Кровопотеря, мл/кг / Blood loss, mL/kg, Me (Q1; Q3)	8,1 (6,4; 10,3)	11,8 (7,1; 12,9)	0,12
Темп диуреза, мл/кг/ч / Rate of diuresis, mL/kg/h, Me (Q1; Q3)	2,3 (1,4; 3,9)	6,0 (4,8,1; 7,5)	< 0,01
Индекс кардиотонической поддержки / Vasoactive-inotropic score, Me (Q1; Q3)	10,0 (6,5; 11,0)	3,0 (1,5; 5,5)	< 0,01
Лактат, ммоль/л / Lactate, mmol/L, Me (Q1; Q3)	12,4 (8,1; 17,5)	8,3 (6,9; 15)	< 0,01
Продолжительность процедуры, мин / Procedure time, min, Me (Q1; Q3)	194,0 (144,0; 212,0)	42,0 (31,0; 54,0)	< 0,01
Градиент руки/ноги, мм рт. ст. / Arm-Leg gradient, mmHg, Me (Q1; Q3)	7,5 (6,0; 9,0)	12,0 (9,0; 15,0)	0,11

Таблица 4. Анализ предикторов летального исхода на госпитальном этапе (регрессионный анализ Кокса)
Table 4. Analysis of predictors of death during in-patient period (Cox regression analysis)

Параметр / Parameter	Однофакторный анализ / Univariate analysis		Многофакторный анализ / Multifactorial analysis	
	ОР (95% ДИ) / HR (95% CI)	p	ОР (95% ДИ) / HR (95% CI)	p
Пациенты с низкой массой тела / Patients with low body weight	4,8 (1,8; 7,9)	0,04	5,2 (0,91; 13,0)	0,66
Z-score проксимальной дуги аорты до операции / Z-score of the proximal aortic arch before surgery	0,65 (0,45; 0,95)	0,028	0,94 (0,42; 2,2)	0,88
Z-score дистальной дуги аорты до операции / Z-score of the distal aortic arch before surgery	0,45 (0,23; 0,85)	0,015	0,18 (0,03; 1,02)	0,053
Индекс кардиотонической поддержки / Vasoactive-inotropic score	1,3 (1,09; 1,7)	< 0,01	1,17 (0,88; 1,5)	0,22
Абдоминальный синдром / Abdominal syndrome	18,0 (3,3; 96,0)	< 0,01	27,8 (0,3; 253,0)	0,10
Полиорганная недостаточность / Multiple organ failure	41,0 (6,0; 288,0)	< 0,01	102,0 (3,5; 295,0)	< 0,01
Почечная недостаточность / Kidney failure	11,0 (2,0; 60,0)	< 0,01	5,1 (0,6; 41,0)	0,47
Первичная хирургическая коррекция / Primary surgery	11,0 (1,9; 61,0)	< 0,01	39,0 (0,01; 121,0)	0,43

Примечание. Здесь и далее в табл. 5–7: ДИ – доверительный интервал; ОР – отношение рисков.
Note. Here and further in Tables 5–7: CI – confidence interval; HR – hazard ratio.

коррекции порока и комбинированной коррекции (паллиативное стентирование + радикальная коррекция порока).

Ранние послеоперационные осложнения, хирургические доступы, типы анастомозов представлены в табл. 8.

Достоверно отличались темп диуреза и парадоксальная гипертензия, которые были выше в группе пациентов, перенесших стентирование перешейка аорты, в то время как летальность, полиорганная недостаточность, абдоминальный синдром, пневмония, лактат, инотропный индекс, острая почеч-

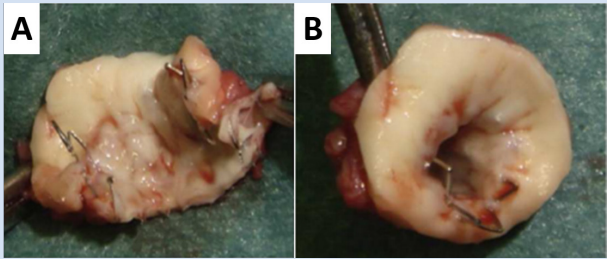


Рисунок 2. Удаленный сегмент аорты вместе с коронарным стентом
Figure 2. The removed segment of the aorta together with the coronary stent

Таблица 3. Послеоперационные характеристики и осложнения раннего послеоперационного периода
Table 3. Postoperative characteristics and complications of the early postoperative period

Параметр / Parameter	Первичная хирургическая коррекция / Primary surgery, n = 20	Паллиативное стентирование / Palliative stenting, n = 20	p
Продолжительность искусственной вентиляции легких, дней / Mechanical lung ventilation time, days, Me (Q1; Q3)	4,0 (3,0; 9,5)	2,5 (1,0; 7,5)	0,11
Время нахождения в отделении реанимации и интенсивной терапии, дней / Time in the intensive care unit, days, Me (Q1; Q3)	7,5 (4,0; 11,5)	5,0 (4,0; 8,5)	0,23
Сердечно-легочный коэффициент / Cardiopulmonary coefficient, Me (Q1; Q3)	53,0 (51,0; 55,5)	54,0 (51,5; 60,0)	0,22
Фракция выброса левого желудочка / Left ventricular ejection fraction, %, Me (Q1; Q3)	72,0 (66,0; 78,0)	70,5 (65,5; 70,6)	0,61
Индекс конечного диастолического объема левого желудочка, мл/м ² / Index of left ventricular end-diastolic volume, mL/m ² , Me (Q1; Q3)	31,1 (26,0; 40,3)	37,7 (32,3; 44,0)	0,12
Острое повреждение почек / Acute kidney injury (pRIFLE), n (%)	13 (65)	7 (35)	0,11
R	2 (10)	5 (25)	0,40
I	5 (25)	2 (10)	0,40
F	6 (30)	0 (0)	0,020
Перитонеальный диализ / Peritoneal dialysis, n (%)	11 (55)	2 (10)	0,048
Градиент руки/ноги, мм рт. ст. / Arm-Leg gradient, mmHg, Me (Q1; Q3)	7,5 (6,0; 9,0)	12,0 (9,0; 15,0)	0,11
Индекс кардиотонической поддержки / Vasoactive-inotropic score, Me (Q1; Q3)	10,3 (5,8; 13,3)	3,0 (1,0; 5,0)	< 0,01
Лактат через 24 ч, ммоль/л / Lactate after 24 hours, mmol/L, Me (Q1; Q3)	7,9 (5,1; 11,2)	2,3 (1,7; 3,0)	< 0,01
Осложнения раннего послеоперационного периода / Complications of the early n/a period, n (%)	16 (80)	8 (40)	0,02
Повреждение гортанного нерва / Laryngeal nerve injury, n (%)	1 (5)	0 (0)	> 0,99
Пневмония / Pneumonia, n (%)	4 (20)	0 (0)	0,11
Абдоминальный синдром / Abdominal syndrome, n (%)	10 (50)	4 (20)	0,09
Нагноение мягких тканей / Suppuration of soft tissues, n (%)	1 (5)	0 (0)	> 0,99
Тромбоз бедренных артерий / Thrombosis of femoral arteries, n (%)	0 (0)	1 (5)	> 0,99
Полиорганная недостаточность / Multiple organ insufficiency, n (%)	10 (50)	2 (10)	0,051
Хилоторакс / Chylothorax, n (%)	1 (5)	0 (0)	> 0,99
Сдавление бронхов или трахеи / Compression of bronchi or trachea, n (%)	1 (5)	0 (0)	> 0,99
Парадоксальная гипертензия / Paradoxical hypertension, n (%)	0 (0)	2 (10)	0,48
Продолжительность госпитального периода, дней / Time of the hospital period, days, Me (Q1; Q3)	24,0 (20,0; 27,0)	10,0 (8,0; 12,0)	< 0,01

Таблица 5. Анализ предикторов полиорганной недостаточности
Table 5. Analysis of predictors of multiple organ failure

Параметр / Parameter	Однофакторный анализ / Univariate analysis		Многофакторный анализ / Multifactorial analysis	
	ОР (95% ДИ) / HR (95% CI)	p	ОР (95% ДИ) / HR (95% CI)	p
Возраст на момент операции / Age at the time of surgery	0,95 (0,91; 0,99)	0,018	0,96 (0,88; 1,05)	0,46
Площадь поверхности тела / Body surface area	0,017 (0,007; 0,40)	0,012	6,3 (0,24; 28,0)	0,36
Вес на момент операции / Weight at the time of surgery	0,78 (0,64; 0,96)	0,019	9,5 (0,28; 321,0)	0,20
Лактат после операции / Lactate after surgery	1,02 (1,01; 1,1)	0,03	1,04 (0,88; 1,2)	0,56
Сердечно-легочный коэффициент после операции / Cardiopulmonary coefficient after surgery	0,98 (0,97; 0,99)	0,016	1,03 (0,95; 1,15)	0,49
Фракция выброса левого желудочка после операции / Left ventricular ejection fraction after surgery	0,98 (0,95; 0,99)	0,007	0,96 (0,89; 1,04)	0,41
Первичная хирургическая коррекция / Primary surgery	11,0 (2,6; 44,0)	0,001	22,8 (4,1; 302)	0,02
Операции в условиях искусственного кровообращения / Surgery with cardiopulmonary bypass	4,8 (1,3; 19,0)	0,045	2,2 (0,04; 56)	0,96

Таблица 6. Анализ предикторов острого повреждения почек, требующего перитонеального диализа
Table 6. Analysis of predictors of acute kidney injury requiring peritoneal dialysis

Параметр / Parameter	Однофакторный анализ / Univariate analysis		Многофакторный анализ / Multifactorial analysis	
	ОР (95% ДИ) / HR (95% CI)	p	ОР (95% ДИ) / HR (95% CI)	p
Продолжительность искусственной вентиляции легких / Time of mechanical lung ventilation	1,16 (1,01; 1,3)	0,045	1,2 (0,97; 1,5)	0,07
Индекс кардиотонической поддержки, 24 ч / Vasoactive-inotropic score, 24 hours	1,2 (1,04; 1,4)	0,014	0,99 (0,78; 1,2)	0,96
Первичная хирургическая коррекция / Primary surgery	16,7 (2,9; 94,0)	0,001	17,6 (1,3; 238,0)	0,03
Полиорганная недостаточность / Multiple organ failure	11,0 (2,2; 53,0)	0,003	2,95 (0,36; 24,0)	0,31
Операции в условиях искусственного кровообращения / Surgery with cardiopulmonary bypass	7,6 (1,7; 35,0)	0,029	10,2 (0,45; 47,0)	0,56

Таблица 7. Анализ предикторов абдоминального синдрома
Table 7. Analysis of predictors of abdominal syndrome

Параметр / Parameter	Однофакторный анализ / Univariate analysis		Многофакторный анализ / Multifactorial analysis	
	ОР (95% ДИ) / HR (95% CI)	p	ОР (95% ДИ) / HR (95% CI)	p
Возраст на момент операции / Age at the time of surgery	0,96 (0,92; 0,99)	0,044	0,98 (0,91; 1,06)	0,77
Вес на момент операции / Weight at the time of surgery	0,78 (0,63; 0,95)	0,017	0,67 (0,33; 1,3)	0,27
Лактат до операции / Lactate before surgery	1,09 (1,02; 1,23)	0,045	1,02 (0,88; 1,2)	0,73
Фракция выброса до операции / Ejection fraction before surgery	0,98 (0,97; 0,99)	0,035	0,99 (0,97; 1,03)	0,64
Операции в условиях искусственного кровообращения / Surgery with cardiopulmonary bypass	11,0 (2,0; 60,0)	0,001	19,0 (4,8; 280,0)	0,01

Таблица 8. Ранние результаты первичной хирургической коррекции и комбинированного вмешательства
Table 8. Comparison of early surgical results: primary surgical correction/combined correction (palliative stenting + radical correction)

Параметр / Parameter	Первичная хирургическая коррекция / Primary surgery, n = 20	Комбинированная коррекция / Combined correction, n = 18	p
Стернотомия / Sternotomy, n (%)	9 (45)	16 (88,8)	< 0,01
Боковая торакотомия / Lateral thoracotomy, n (%)	11 (55)	2 (11,2)	< 0,01
Нормотермия / Normothermy, n (%)	11 (55)	2 (11,2)	< 0,01
Косой расширенный анастомоз / Oblique extended anastomosis, n (%)	11 (55)	5 (27,7)	0,11
Пластика дуги аорты заплатой из легочного гомографта / Repair of the aortic arch with a patch made from the pulmonary homograft, n (%)	7 (35)	13 (72,3)	0,028
Ascending sliding arch aortoplasty, n (%)	1 (5)	0 (0)	> 0,99
Анастомоз «конец в бок» / Anastomosis “end-to-side”, n (%)	1 (5)	0 (0)	> 0,99
Продолжительность операции / Operation time, Me (Q1; Q3)	194,0 (144,0; 212,0)	191,0 (154,0; 209,0)	0,91
Кровопотеря, мл/кг / Blood loss, mL/kg, Me (Q1; Q3)	8,1 (6,4; 10,3)	7,1 (4,6; 9,2)	0,29
Диурез, мл/кг/ч / Diuresis, mL/kg/h, Me (Q1; Q3)	2,3 (1,4; 3,9)	5,5 (4,1; 6,4)	< 0,01
Продолжительность искусственной вентиляции легких, дней / Mechanical lung ventilation time, days, Me (Q1; Q3)	4,0 (3,0; 9,5)	5,0 (3,0; 7,0)	0,61
Время нахождения в отделении реанимации и интенсивной терапии, дней / Time in the intensive care unit, days, Me (Q1; Q3)	7,5 (4,0; 11,5)	7,0 (5,0; 10,0)	0,81
Сердечно-легочный коэффициент после операции / Cardiopulmonary coefficient after surgery	53,0 (51,0; 55,5)	53,0 (51,0; 58,0)	0,66
Фракция выброса левого желудочка / Left ventricular ejection fraction, %, Me (Q1; Q3)	72 (66,0; 78,0)	71 (66,0; 72,0)	0,75
Индекс конечного диастолического объема левого желудочка, мл/м ² / Index of left ventricular end-diastolic volume, mL/m ² , Me (Q1; Q3)	31,1 (26,0; 40,3)	32 (28,0; 39,0)	0,79
Острое повреждение почек (pRIFLE) / Acute kidney injury (pRIFLE), n (%)	13 (65)	8 (44,4)	0,32
R	2 (10)	6 (33,3)	0,11
I	5 (25)	2 (11,1)	0,41
F	6 (30)	0 (0)	0,02
Перитонеальный диализ / Peritoneal dialysis, n (%)	11 (55)	2 (11,1)	< 0,01
Градиент руки/ноги, мм рт. ст. / Arm-Leg gradient, mmHg, Me (Q1; Q3)	7,5 (6,0; 9,0)	8 (4,0; 19,0)	0,45
Индекс кардиотонической поддержки / Vasoactive-inotropic score, Me (Q1; Q3)	10,3 (5,8; 13,3)	6,0 (3,0; 7,5)	0,041
Лактат через 24 ч, ммоль/л / Lactate after 24 hours, mmol/L, Me (Q1; Q3)	7,9 (5,1; 11,2)	1,9 (1,5; 2,4)	< 0,01
Z-score проксимальной дуги аорты / Z-score of the proximal aortic arch, Me (Q1; Q3)	0,1 (–1,0; 0,4)	0,2 (–1,3; 0,6)	0,54
Z-score дистальной дуги аорты / Z-score of the distal aortic arch, Me (Q1; Q3)	0,7 (–0,1; 1,0)	0,6 (0,15; 1,2)	0,23
Осложнения раннего послеоперационного периода / Complications of the early postoperative period, n (%)	16,0 (80,0)	9,0 (50,0)	0,08
Повреждение гортанного нерва / Laryngeal nerve injury, n (%)	1 (5)	2 (11,1)	> 0,99
Пневмония / Pneumonia, n (%)	4 (20)	0 (0)	0,10
Абдоминальный синдром / Abdominal syndrome, n (%)	10 (50)	1 (5,55)	< 0,01
Нагноение мягких тканей / Suppuration of soft tissues, n (%)	1 (5)	0 (0)	> 0,99
Тромбоз бедренных артерий / Thrombosis of femoral arteries, n (%)	0 (0)	0 (0)	> 0,99
Полиорганная недостаточность / Multiple organ insufficiency, n (%)	10 (50)	0 (0)	< 0,01
Хилоторакс / Chylothorax, n (%)	1 (5)	0 (0)	0,56
Сдавление бронхов или трахеи / Compression of the bronchi or trachea, n (%)	1 (5)	0 (0)	> 0,99
Парадоксальная гипертензия / Paradoxical hypertension, n (%)	0 (0)	4 (22,2)	0,041
Продолжительность госпитального периода, дней / Duration of the hospital stay, days, Me (Q1; Q3)	24,0 (20,0; 27,0)	18,0 (15,0; 22,0)	0,23
Летальность / Mortality, n (%)	11 (55)	0 (0)	< 0,01

ная недостаточность, требующая перитонеального диализа, и почечная дисфункция в стадии недостаточности (по pRIFLE) были выше в первичной хирургической коррекции.

Отдаленные результаты

В отдаленном периоде летальных исходов не зарегистрировано. Анализ свободы от летального исхода показал статистически достоверную разницу: свобода от летальности через месяц в группе паллиативного стентирования составила 90% (95% ДИ 65–97), в то время как в группе первичной хирургической коррекции – 45% (95% ДИ 23–64), log-rank test, $p < 0,01$ (рис. 3).

Средний период наблюдения за пациентами составил 24 (20; 35) мес. Отдаленные осложнения имели 7 (38,9%) больных группы паллиативного стентирования и 4 (44,4%) больных группы первичной хирургической коррекции ($p > 0,99$). Спектр отдаленных осложнений представлен в табл. 9.

Из табл. 9 видно, что отдаленные осложнения не различались между группами.

Рекоарктация аорты

Анализ свободы от рекоарктации не показал статистически значимой разницы: свобода от рекоарктации через 10 мес. в группе паллиативного стентирования составила 83,3% (95% ДИ 56,7–94,3), в первичной хирургической коррекции – 77,7% (95% ДИ 36,5–93,9), log-rank test, $p = 0,70$ (рис. 4).

Единственными факторами риска рекоаркта-

ции аорты явились вес ребенка, снижающий риск рекоарктации аорты на 165%, и поздняя реконструкция дуги аорты после паллиативного стентирования, которая увеличивает риск рекоарктации аорты в 108 раз.

Применение ROC-анализа показало, что вес влияет на рекоарктацию аорты: площадь под ROC-кривой – 0,07, 95% ДИ 0,001–0,16, точка отсечения (cutpoint) составила 2,9 кг с чувствительностью 88,5% и специфичностью 77,5% ($p = 0,043$) (рис. 5).

Лечение рекоарктации аорты всегда начиналось с баллонной дилатации суженного участка аорты, однако в 100% случаев из-за выраженного фиброза

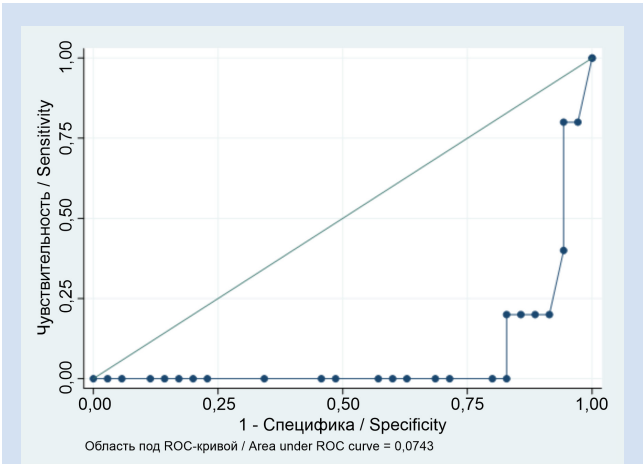


Рисунок 5. ROC-анализ влияния веса на рекоарктацию аорты
Figure 5. ROC analysis of the effect of weight on aortic recoarctation

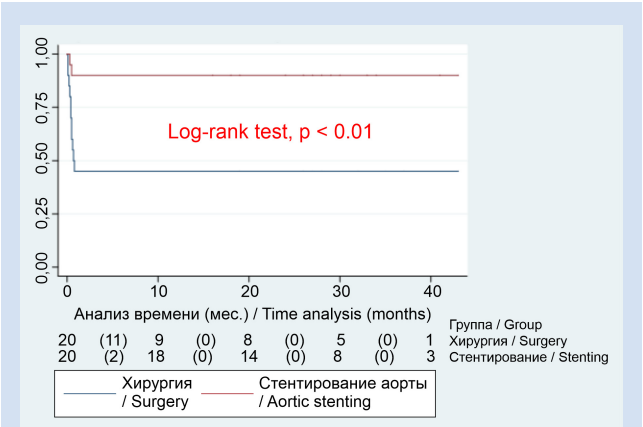


Рисунок 3. Кривая Каплана-Майера для летальности
Figure 3. Kaplan-Mayer curve for mortality

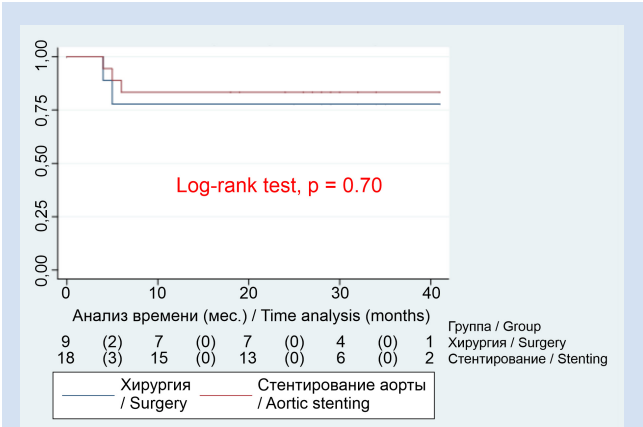


Рисунок 4. Свобода от рекоарктации аорты
Figure 4. Freedom from recoarctation of the aorta

Таблица 9. Осложнения в отдаленном периоде Table 9. Complications in the long-term period			
Параметр / Parameter	Первичная хирургическая коррекция / Primary surgery, n = 9	Паллиативное стентирование / Palliative stenting, n = 18	p
Рекоарктация аорты / Recoarctation of the aorta, n (%)	2 (22,2)	3 (16,7)	> 0,99
Артериальная гипертензия / Arterial hypertension, n (%)	4 (44,4)	6 (33,3)	0,68
Аневризмы аорты / Aortic aneurysms, n (%)	0 (0)	0 (0)	> 0,99
Стеноз устья подключичной артерии / Stenosis of the subclavian artery ostium, n (%)	0 (0)	1 (5,55)	> 0,99

она было неэффективно – оставался высокий градиент между руками и ногами (средний градиент 38 (32; 45) мм рт. ст.), поэтому всем пациентам выполнена радикальная коррекция в группе паллиативного стентирования и повторная реконструкция дуги аорты в группе первичной хирургической коррекции с хорошим гемодинамическим результатом. В 4 случаях (80%) проведена резекция суженного участка аорты с формированием косого расширенного анастомоза, в 1 случае (20%) – непрямая истмопластика заплатой из легочного гомографта.

Артериальная гипертензия

Анализ свободы от артериальной гипертензии не показал статистически значимой разницы: свобода от артериальной гипертензии через 30 мес. в группе паллиативного стентирования составила 60,9% (95% ДИ 31,6–80,8), в группе первичной хирургической коррекции – 55,5% (95% ДИ 20,4–80,5), log-rank test, p = 0,90 (рис. 6).

Факторами риска артериальной гипертензии были фиброэластоз эндокарда, возраст ребенка и аортопластика заплатой из легочного гомографта.

Пациенты с артериальной гипертензией получали одно- (ингибитор ангиотензинпревращающего фермента) или двухкомпонентную (ингибитор ангиотензинпревращающего фермента, при необходимости добавлялись β-блокаторы) антигипертензивную терапию, согласно клиническим рекомендациям.

Обсуждение

Критическая коарктация аорты у новорожденных приводит к прогрессирующей дисфункции левого желудочка и снижает периферическую перфузию. Стремительное закрытие артериального протока сопровождается резким ухудшением состоянием пациента. Применение простагландинов не всегда эффективно для поддержания артериального протока в открытом состоянии или его реканализации. Высокие дозировки и пролонгированное назначение простагландинов является одним из факторов

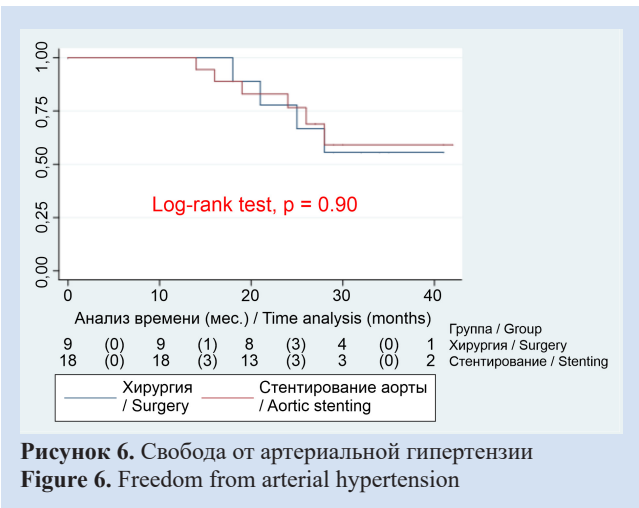
развития некротического энтероколита [5]. «Золотым стандартом» лечения неонатальной коарктации аорты принято считать «открытое» хирургическое вмешательство [6–8]. Однако у критических пациентов, недоношенных и маловесных детей летальность при первичной хирургической коррекции может достигать 50% [9, 10]. Поэтому паллиативное стентирование должно рассматриваться в качестве первого этапа перед выполнением радикальной коррекции порока.

В НМИЦ им. ак. Е.Н. Мешалкина паллиативное стентирование выполняют всем новорожденным с критической коарктацией аорты (артериальный проток в стадии закрытия/закрыт, тяжелый метаболический ацидоз и прогрессирующая сердечная недостаточность), когда первичная хирургическая коррекция сопровождается высокой летальностью в госпитальном периоде. Стентирование в данном случае разобщает «порочный круг» и позволяет в плановом порядке после стабилизации состояния выполнить реконструкцию дуги и перешейка аорты.

Согласно результатам представленного нами ретроспективного исследования, паллиативное стентирование (как первый этап комбинированной коррекции порока) перешейка аорты у новорожденных в критическом состоянии уменьшает частоту развития летальности в госпитальном периоде. Летальность в раннем послеоперационном периоде в группе паллиативного стентирования составила 10%, в то время как в группе первичной хирургической коррекции – 55,5% (p = 0,048), что было сопоставимо с результатами других исследований [11, 12]. Полиорганная недостаточность в раннем послеоперационном периоде является независимым фактором риска летального исхода (отношение рисков 102; 95% ДИ 3,5–295, p < 0,01). В отдаленном периоде летальных исходов не выявлено.

Пусковым фактором, приведшим к летальному исходу в группе паллиативного стентирования, был некротический энтероколит, который развился у новорожденных с низкой массой тела. Причиной смерти 10 новорожденных из группы первичной хирургической коррекции был синдром полиорганной недостаточности, в 1 случае – острое повреждение почек, требующее проведение перитонеального диализа. Длительно существующий, трудно корригируемый метаболический ацидоз и прогрессирующая сердечная недостаточность привели к летальному исходу.

Пациенты с критической коарктацией аорты после первичной хирургической коррекции в сравнении с паллиативным стентированием (как этап комбинированной коррекции порока) демонстрировали высокую частоту развития ранних послеоперационных осложнений, таких как полиорганная недостаточность, острое повреждение почек, тре-



бующее перитонеального диализа, абдоминальный синдром) (80 против 40%, $p = 0,02$).

Синдром полиорганной недостаточности в настоящем исследовании отмечен в 2 (10%) случаях в группе паллиативного стентирования и в 10 (50%) случаях в группе первичной хирургической коррекции ($p = 0,051$). При сравнении результатов групп комбинированной коррекции порока и первичной хирургической реконструкции это соотношение составило 0 против 50 % ($p < 0,01$). В большинстве случаев развитие полиорганной недостаточности связано с тяжелым течением коарктации аорты, которая в раннем послеоперационном периоде прогрессировала до срыва компенсаторных возможностей. Единственным фактором риска полиорганной недостаточности (ОР 22,8; 95% ДИ 4,1–302, $p = 0,03$) стало «открытое» хирургическое вмешательство.

В проведенном исследовании функция почек оценена согласно классификации pRIFLE. Снижение почечной функции, потребовавшей проведение перитонеального диализа, определялось как острая почечная дисфункция. Перитонеальный диализ потребовался в 2 (10%) случаях в группе паллиативного стентирования и 11 (55%) новорожденным в группе первичной хирургической коррекции коарктации аорты ($p = 0,048$). Единственным фактором риска острой почечной недостаточности (ОР 17,6; 95% ДИ 1,3–238, $p = 0,02$) также стало «открытое» хирургическое вмешательство.

В нашем исследовании абдоминальный синдром был выше в группе первичной хирургической коррекции. Как правило, абдоминальный синдром развивается в первые двое суток после коррекции критической коарктации аорты [13, 14]. Возможно, длительное вмешательство, особенно в условиях искусственного кровообращения, и недостаточная перфузия органов брюшной полости во время основного этапа операции могут привести к некротическим изменениям уже измененных тканей кишечника. Согласно полученным нами результатам, операции в условиях искусственного кровообращения являются основным фактором риска развития абдоминального синдрома (ОР 19; 95% ДИ 4,8–280, $p = 0,01$).

Индекс кардиотонической поддержки также был выше в группе первичной хирургической коррекции, что связано с высокой частотой осложнений в раннем послеоперационном периоде.

Нами определено, что отдаленные осложнения не зависят от хирургической тактики при лечении критической коарктации аорты. Наиболее частыми осложнениями в обеих группах явились рекоарктация аорты и артериальная гипертензия. Факторами риска развития рекоарктации аорты явились массой тела новорожденного менее 2,9 кг и поздняя радикальная коррекция (более 3 нед.) в группе

стентирования перешейка аорты. Факторами риска артериальной гипертензии при однофакторном анализе стали фиброэластоз эндокарда, возраст пациента на момент операции и метод хирургической коррекции – аортопластика заплатой из легочного гомографта. Так, M. Gorenflo и соавт. отметили, что при поздней радикальной коррекции порока после паллиативного стентирования иссечение стента весьма затруднительно [15]. Из-за выраженного фиброза отсроченная радикальная коррекция приводит к трудностям в эксплантации стента, большему иссечению близлежащих к стенту тканей и более сложным техникам реконструкции дуги и перешейка аорты [16].

Ограничения исследования

Выполненное исследование является ретроспективным, анализ полученных результатов проведен с участием пациентов из одного центра. Исследование является частично предвзятым из-за того, что две группы сравнивались в разные периоды времени.

Заключение

Паллиативное стентирование критической коарктации аорты (как первый этап комбинированной коррекции порока) сопровождается меньшей летальностью в госпитальном периоде в сравнении с первичной хирургической коррекцией (10 против 55,5% случаев, $p = 0,048$). Полиорганная недостаточность в раннем послеоперационном периоде является независимым фактором риска летального исхода (ОР 102, 95% ДИ 3,5–295, $p < 0,01$).

Пациенты с критической коарктацией аорты после первичной хирургической коррекции демонстрируют более высокую частоту возникновения ранних послеоперационных осложнений в сравнении с паллиативным стентированием (первым этапом комбинированной коррекции порока) (80 против 40% случаев, $p = 0,02$). Единственным фактором риска полиорганной недостаточности (ОР 22,8, 95% ДИ 4,1–302, $p = 0,02$) и/или острой почечной недостаточности (ОР 17,6, 95% ДИ 1,3–238, $p = 0,03$) явилась первичная хирургическая коррекция порока. Операции в условиях искусственного кровообращения выступили основным фактором риска развития абдоминального синдрома (ОР 19, 95% ДИ 4,8–280, $p = 0,01$).

Отдаленные осложнения не различались между группами и имели равную частоту возникновения. К факторам риска развития рекоарктации аорты отнесены масса тела новорожденного менее 2,9 кг (ОР 0,035, 95% ДИ 0,001–0,92, $p = 0,045$) и поздняя радикальная коррекция в группе паллиативного стентирования (ОР 108, 95% ДИ 32–360, $p = 0,014$). Факторами риска АГ стали фиброэластоз эндокарда (ОР 12,7, 95% ДИ 1,7–33,7, $p = 0,021$), возраст пациента на момент операции (ОР 1,04, 95% ДИ

1,01–1,09, $p = 0,039$) и метод хирургической коррекции – аортопластика заплатой из легочного гомота (ОР 15, 95% ДИ 2,1–54, $p = 0,019$).

Конфликт интересов

К.А. Рзаева заявляет об отсутствии конфликта интересов. И.А. Соинов заявляет об отсутствии конфликта интересов. А.Н. Архипов заявляет об

отсутствии конфликта интересов. Ю.Н. Горбатов заявляет об отсутствии конфликта интересов. А.В. Богачев-Прокофьев заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование

Авторы заявляют об отсутствии финансирования исследования.

Информация об авторах

Рзаева Ксения Асифовна, аспирант центра новых хирургических технологий, врач по рентгенэндоваскулярным методам диагностики и лечению федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр имени академика Е.Н. Мешалкина» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Новосибирск, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0001-7254-0733

Соинов Илья Александрович, кандидат медицинских наук врач – сердечно-сосудистый хирург кардиохирургического отделения врожденных пороков сердца федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр имени академика Е.Н. Мешалкина» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Новосибирск, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0003-3691-2848

Архипов Алексей Николаевич, кандидат медицинских наук врач – сердечно-сосудистый хирург, заведующий отделением врожденных пороков сердца, старший научный сотрудник центра новых хирургических технологий федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр имени академика Е.Н. Мешалкина» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Новосибирск, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0003-3234-5436

Горбатов Юрий Николаевич, доктор медицинских наук, профессор врач – сердечно-сосудистый хирург кардиохирургического отделения врожденных пороков сердца, ведущий научный сотрудник центра новых хирургических технологий федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр имени академика Е.Н. Мешалкина» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Новосибирск, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0002-6204-5381

Богачев-Прокофьев Александр Владимирович, доктор медицинских наук директор института патологии кровообращения, врач – сердечно-сосудистый хирург федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр имени академика Е.Н. Мешалкина» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Новосибирск, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0003-4625-4631

Вклад авторов в статью

РКА – анализ и интерпретация данных исследования, написание статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

СИА – получение данных исследования, написание статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

ААН – интерпретация данных исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

Author Information Form

Rzaeva Kseniya A., Postgraduate student, Center for New Surgical Technologies, Federal State Budgetary Institution “National Medical Research Center named after academician E.N. Meshalkin” of the Ministry of Health of the Russian Federation, Novosibirsk, Russian Federation; **ORCID** 0000-0001-7254-0733

Soynov Ilya A., PhD, Cardiovascular Surgeon at the Department of Congenital Heart Defects, Federal State Budgetary Institution “National Medical Research Center named after academician E.N. Meshalkin” of the Ministry of Health of the Russian Federation, Novosibirsk, Russian Federation; **ORCID** 0000-0003-3691-2848

Arkhipov Alexey N., PhD, Cardiovascular Surgeon at the Department of Congenital Heart Defects, Head of the Department of Congenital Heart Defects, Federal State Budgetary Institution “National Medical Research Center named after academician E.N. Meshalkin” of the Ministry of Health of the Russian Federation, Novosibirsk, Russian Federation; **ORCID** 0000-0003-3234-5436

Gorbatykh Yuriy N., PhD, Professor, Cardiovascular Surgeon at the Department of Congenital Heart Defects, Federal State Budgetary Institution “National Medical Research Center named after academician E.N. Meshalkin” of the Ministry of Health of the Russian Federation, Novosibirsk, Russian Federation; **ORCID** 0000-0002-6204-5381

Bogachev-Prokophiev Alexander V., PhD, Director of the Institute of Circulatory Pathology, Cardiovascular Surgeon, Federal State Budgetary Institution “National Medical Research Center named after academician E.N. Meshalkin” of the Ministry of Health of the Russian Federation, Novosibirsk, Russian Federation; **ORCID** 0000-0003-4625-4631

Author Contribution Statement

RKA – data analysis and interpretation, manuscript writing, approval of the final version, fully responsible for the content

SIA – data collection, manuscript writing, approval of the final version, fully responsible for the content

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

ГЮН – интерпретация данных исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

БПАВ – интерпретация данных исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

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

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

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Fröh S., Knirsch W., Dodge-Khatami A., Dave H., Pretre R., Kretschmar O. Comparison of surgical and interventional therapy of native and recurrent aortic coarctation regarding different age groups during childhood. *Eur. J. Cardio. Thorac. Surg.* 2011; 39(6): 898–904. doi: 10.1016/j.ejcts.2010.09.048.
2. Luijendijk P., Bouma B.J., Groenink M., Boekholdt M., Hazekamp M.G., Blom N.A., Koolbergen D.R., de Winter R.J., Mulder B.J. Surgical versus percutaneous treatment of aortic coarctation: new standards in an era of transcatheter repair. *Expert. Rev. Cardiovasc. Ther.* 2012; 10 (12):1517–31. 2012; 10(12): 1517–31. doi: 10.1586/erc.12.158.
3. Ghaderian M., Sabri M.R., Ahmadi A., Bayat S. Our first experience in stenting of coarctation of aorta in infants and small children; A case series study. *ARYA Atheroscler.* 2019; 15(2): 93. doi: 10.22122/arya.v15i2.1961.
4. Рзаева К.А., Соинов И.А., Горбатов А.В., Архипов А.Н., Войтов А.В., Кулябин Ю.Ю., Горбатов Ю.Н., Богачев-Прокофьев А.В. Паллиативное стентирование коарктации аорты у новорожденных в критическом состоянии. *Детские болезни сердца и сосудов.* 2022; 4 (19): 304–311. doi: 10.24022/1810-0686-2022-19-4-304-311.
5. Alhussain W., Verklan M.T. Complications of long-term prostaglandin E1 use in newborns with ductal-dependent critical congenital heart disease. *J. Perinat. Neonatal. Nurs.* 2016;30(1):73–79. doi: 10.1097/JPN.0000000000000152.
6. Seo D.M., Park J., Goo H.W., Kim Y.H., Ko J.K., Jhang W.K. Surgical modification for preventing a gothic arch after aortic arch repair without the use of foreign material. *Interactive Cardio Vascular and Thoracic Surgery.* 2015; 20: 504–509. doi: 10.1093/icvts/ivu442.
7. Soynov I., Sinelnikov Y., Gorbatykh Y., Omelchenko A., Kornilov I., Nichay N., Bogachev-Prokophiev A., Karaskov A. Modified reverse aortoplasty versus extended anastomosis in patients with coarctation of the aorta and distal arch hypoplasia. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2018; 53(1): 254–261. doi: 10.1093/ejcts/ezx249.
8. McKenzie E.D., Klysik M., Morales D.L., Heinle J.S., Fraser C.D., Kovalchin J. Ascending sliding arch aortoplasty: a novel technique for repair of arch hypoplasia. *Ann. Thorac. Surg.* 2011; 91(3): 805–10. doi: 10.1016/j.

athoracsur.2010.10.038.

9. Arora H.S., Vidya P.L., Ghosh A.K., Mishra S.C., Shouche S., Sethi B.S., Mishra S.K., Nagi G.S. Midterm safety and outcome of balloon angioplasty of native aortic coarctation in neonates and young infants and initial experience of prepartial dilatation using high-pressure noncompliant balloon. *Ann. Pediatr. Cardiol.* 2022; 15 (2):121–127. doi: 10.4103/apc.apc_197_21.

10. Merrill W.H., Hoff S.J., Stewart J.R., Elkins C.C., Graham T.P. Jr., Bender H.W. Jr. Operative risk factors and durability of repair of coarctation of the aorta in the neonate. *Ann. Thorac. Surg.* 1994; 58 (2):399–402; discussion 402–3. doi: 10.1016/0003-4975(94)92214-4.

11. Quaegebeur J.M., Jonas R.A., Weinberg A.D., Blackstone E.H., Kirklin J.W. Outcomes in seriously ill neonates with coarctation of the aorta. A multiinstitutional study. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1994; 108 (5):841–51; discussion 852–4.

12. Fletcher S.E., Nihill M.R., Grifka R.G., O’Laughlin M.P., Mullins C.E. Balloon angioplasty of native coarctation of the aorta: mid-term follow up and prognostic factors. *J. Am. Coll. Cardiol.* 1995; 25: 730–734. doi: 10.1016/0735-1097(94)00437-U.

13. Mossad E.B., Machado S., Apostolakis J. Bleeding following deep hypothermia and circulatory arrest in children. *Semin. Cardiothorac. Vasc. Anesth.* 2007; 11 (1):34–46. doi: 10.1177/1089253206297413.

14. Kirklin J.W., Barratt-Boyes B.G. Coarctation of the aorta and aortic arch interruption. In: *Cardiac surgery.* 4th ed. Kirklin J.W., Barratt-Boyes B.G., eds., Philadelphia: John F. Kennedy; 2013. p. 1718–1780.

15. Gorenflo M., Boshoff D.E., Heying R., Eyskens B., Rega F., Meyns B., Gewillig M. Bailout stenting for critical coarctation in premature/critical/complex/early recoarcted neonates. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2010; 75(4): 553–61. doi: 10.1002/ccd.22328.

16. González-Calle A, Guillén-Rodríguez I, Coserria-Sánchez F. Timing of surgical repair of the stented aortic arch and coarctation in neonates. *Cardiol Young.* 2022; 1–2. doi: 10.1017/S1047951122001445.

REFERENCES

1. Fröh S., Knirsch W., Dodge-Khatami A., Dave H., Pretre R., Kretschmar O. Comparison of surgical and interventional therapy of native and recurrent aortic coarctation regarding different age groups during childhood. *Eur. J. Cardio. Thorac. Surg.* 2011; 39(6): 898–904. doi: 10.1016/j.ejcts.2010.09.048.
2. Luijendijk P., Bouma B.J., Groenink M., Boekholdt M., Hazekamp M.G., Blom N.A., Koolbergen D.R., de Winter R.J., Mulder B.J. Surgical versus percutaneous treatment of aortic coarctation: new standards in an era of transcatheter repair. *Expert. Rev. Cardiovasc. Ther.* 2012; 10 (12):1517–31. 2012; 10(12): 1517–31. doi: 10.1586/erc.12.158.
3. Ghaderian M., Sabri M.R., Ahmadi A., Bayat S. Our first experience in stenting of coarctation of aorta in infants and small children; A case series study. *ARYA Atheroscler.* 2019; 15(2): 93. doi: 10.22122/arya.v15i2.1961.

4. Rzaeva K.A., Soynov I.A., Gorbatykh A.V., Arkhipov A.N., Voitov A.V., Kulyabin Yu.Yu., Gorbatykh Yu.N., Bogachev-Prokophiev A.V. Palliative stenting of aortic coarctation in critically ill newborns. *Children’s Heart and Vascular Diseases.* 2022; 19 (4): 304–11 doi: 10.24022/1810-0686-2022-19-4-304-311 (in Russian)

5. Alhussain W., Verklan M.T. Complications of long-term prostaglandin E1 use in newborns with ductal-dependent critical congenital heart disease. *J. Perinat. Neonatal. Nurs.* 2016;30(1):73–79. doi: 10.1097/JPN.0000000000000152.

6. Seo D.M., Park J., Goo H.W., Kim Y.H., Ko J.K., Jhang W.K. Surgical modification for preventing a gothic arch after aortic arch repair without the use of foreign material. *Interactive Cardio Vascular and Thoracic Surgery.* 2015; 20: 504–509. doi: 10.1093/icvts/ivu442.

7. Soynov I., Sinelnikov Y., Gorbatykh Y., Omelchenko A.,

Kornilov I., Nichay N., Bogachev-Prokophiev A., Karaskov A. Modified reverse aortoplasty versus extended anastomosis in patients with coarctation of the aorta and distal arch hypoplasia. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2018; 53(1): 254-261. doi: 10.1093/ejcts/ezx249.

8. McKenzie E.D., Klysik M., Morales D.L., Heinle J.S., Fraser C.D., Kovalchin J. Ascending sliding arch aortoplasty: a novel technique for repair of arch hypoplasia. *Ann. Thorac. Surg.* 2011; 91(3): 805-10. doi: 10.1016/j.athoracsur.2010.10.038.

9. Arora H.S., Vidya P.L., Ghosh A.K., Mishra S.C., Shouche S., Sethi B.S., Mishra S.K., Nagi G.S. Midterm safety and outcome of balloon angioplasty of native aortic coarctation in neonates and young infants and initial experience of prepartial dilatation using high-pressure noncompliant balloon. *Ann. Pediatr. Cardiol.* 2022; 15 (2):121-127. doi: 10.4103/apc.apc_197_21.

10. Merrill W.H., Hoff S.J., Stewart J.R., Elkins C.C., Graham T.P. Jr., Bender H.W. Jr. Operative risk factors and durability of repair of coarctation of the aorta in the neonate. *Ann. Thorac. Surg.* 1994; 58 (2):399-402; discussion 402-3. doi: 10.1016/0003-4975(94)92214-4.

11. Quaegebeur J.M., Jonas R.A., Weinberg A.D., Blackstone E.H., Kirklin J.W. Outcomes in seriously ill neonates with coarctation of the aorta. A multiinstitutional

study. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1994; 108 (5):841-51; discussion 852-4.

12. Fletcher S.E., Nihill M.R., Grifka R.G., O'Laughlin M.P., Mullins C.E. Balloon angioplasty of native coarctation of the aorta: mid-term follow up and prognostic factors. *J. Am. Coll. Cardiol.* 1995; 25: 730-734. doi: 10.1016/0735-1097(94)00437-U.

13. Mossad E.B., Machado S., Apostolakis J. Bleeding following deep hypothermia and circulatory arrest in children. *Semin. Cardiothorac. Vasc. Anesth.* 2007; 11 (1):34-46. doi: 10.1177/1089253206297413.

14. Kirklin J.W., Barratt-Boyes B.G. Coarctation of the aorta and aortic arch interruption. In: *Cardiac surgery*. 4th ed. Kirklin J.W., Barratt-Boyes B.G., eds., Philadelphia: John F. Kennedy; 2013. p. 1718-1780.

15. Gorenflo M., Boshoff D.E., Heying R., Eyskens B., Rega F., Meyns B., Gewillig M. Bailout stenting for critical coarctation in premature/critical/complex/early recoarcted neonates. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2010; 75(4): 553-61. doi: 10.1002/ccd.22328.

16. González-Calle A, Guillén-Rodríguez I, Coserria-Sánchez F. Timing of surgical repair of the stented aortic arch and coarctation in neonates. *Cardiol Young.* 2022; 1-2. doi: 10.1017/S1047951122001445.

Для цитирования: Рзаева К.А., Соинов И.А., Архипов А.Н., Горбатов Ю.Н., Богачев-Прокофьев А.В. Ближайшие и отдаленные результаты лечения критической коарктации аорты у новорожденных: первичная хирургическая коррекция и стентирование. *Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний.* 2024;13(3S): 52-65. DOI: 10.17802/2306-1278-2024-13-3S-52-65

To cite: Rzaeva K.A., Soyinov I.A., Arkhipov A.V., Gorbatykh Yu.N., Bogachev-Prokophiev A.V. Comparison of immediate and long-term results of treatment of critical coarctation in newborns: stenting/primary surgical correction. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases.* 2024;13(3S): 52-65. DOI: 10.17802/2306-1278-2024-13-3S-52-65