

<https://doi.org/10.29001/2073-8552-2025-40-1-95-102>
УДК 616.135-06-089.168-07-053.31

Отдаленные результаты хирургической коррекции коарктации аорты у новорожденных: пилотное проспективное двухцентровое исследование

П.В. Теплов¹, А.Ю. Миллер¹, Е.М. Гвоздь¹, Ю.Н. Полякова¹, В.А. Сакович¹,
И.А. Сойнов²

¹ Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии Министерства здравоохранения Российской Федерации, 660020, Российская Федерация, Красноярск, ул. Караульная, 45

² Национальный медицинский исследовательский центр имени академика Е.Н. Мешалкина (НМИЦ им. ак. Е.Н. Мешалкина Минздрава России), 630055, Новосибирск, ул. Речкуновская, 15

Аннотация

Резекция суженного участка аорты является методом выбора при лечении коарктации аорты (КоАо) у новорожденных, однако проблема повторной коарктации остается актуальной (26% случаев в отдаленном периоде). Открытым остается вопрос выбора типа заплат и необходимости удаления протоковой ткани. **Цель исследования:** оценить отдаленные результаты хирургического лечения КоАо у новорожденных с применением заплат и нативных тканей на дуге аорты.

Материал и методы. В исследование включены 105 новорожденных, которым с 2017 по 2023 гг. проведены операции в ФЦССХ (Красноярск) и НМИЦ им. ак. Е.Н. Мешалкина (Новосибирск). Использованы три метода: реконструкция дуги с пластикой заплатой («Тип Norwood»), резекция с пластикой заплатой («АПЗ») и резекция с анастомозом «конец-в-конец» («КРАКК»). Градиент на дуге аорты оценивался эхокардиографически через 6, 12 и 60 мес. (критерий рекоарктации аорты (реКоАо) значение более 20 мм рт. ст.).

Результаты. Пиковый градиент на перешейке статистически значимо не различался через 6 и 12 мес. Межгрупповые различия выявлены при наблюдении через 60 мес.: в группе «Тип Norwood» 18,0 [18,25; 24,25], в группе «АПЗ» 15,0 [13,13; 21,25], в группе «КРАКК» 13,5 [8,75; 18,62]. Риск реопераций в группе «Тип Norwood» составил 13,3%, что выше, чем в других группах (3,4 и 0%).

Выводы. Иссечение дуктальной ткани и расширение дуги аорты снижают риск реКоАо. Остаточный градиент давления более 23 мм рт. ст. при выписке является предиктором рестеноза.

Ключевые слова:	коарктация аорты; новорожденные дети; рекоарктация.
Финансирование:	исследование выполнено без финансовой поддержки грантов, общественных, некоммерческих, коммерческих организаций и структур.
Соответствие принципам этики:	получено одобрение локального этического комитета.
Для цитирования:	Теплов П.В., Миллер А.Ю., Гвоздь Е.М., Полякова Ю.Н., Сакович В.А., Сойнов И.А. Отдаленные результаты хирургической коррекции коарктации аорты у новорожденных: пилотное проспективное двухцентровое исследование. <i>Сибирский журнал клинической и экспериментальной медицины</i> . 2025;40(1):95–102. https://doi.org/10.29001/2073-8552-2025-40-1-95-102 .

Long-term outcomes of surgical correction of aortic coarctation in newborns: a pilot prospective two-center study

Alexey Pavel V. Teplov¹, Aleksandr Yu. Miller¹, Yegor M. Gvozd¹,
Yuliya N. Polyakova¹, Valeriy A. Sakovich¹, Ilya A. Soynov²

¹ Federal Center for Cardiovascular Surgery (Krasnoyarsk),
45, Karaul'naya str., Krasnoyarsk, 660020, Russian Federation

² Meshalkin National Medical Research Center,
15, Rechkunovskaya str., Novosibirsk, 630055, Russian Federation

Abstract

Introduction. Resection of the narrowed aortic segment is the treatment of choice for coarctation of the aorta in newborns, but the issue of recurrent coarctation remains relevant (26% of cases in the long term period). The question of the optimal patch type and the necessity of ductal tissue removal remains open. **Aim:** To assess the long-term outcomes of surgical treatment of coarctation of the aorta in newborns using patches and native tissue on the aortic arch.

Material and Methods. The study included 105 newborns that underwent surgeries from 2017 to 2023 at the Federal Center for Cardiovascular Surgery (Krasnoyarsk) and Meshalkin National Medical Research Center (Novosibirsk). Three methods were used: arch reconstruction with patch plasty also known as "Norwood Type" ("NP group"), resection with patch plasty ("RPP group"), and resection with end-to-end anastomosis ("REtEA group"). The gradient across the aortic arch was assessed echocardiographically at 6, 12 and 60 months (recoarctation criterion: gradient > 20 mm Hg). **Results.** The peak gradient at the isthmus did not differ at 6 and 12 months. Differences were noted during 60 months: in the "Norwood Type" group - 18.0 [18.25; 24.25], in the "RPP" group - 15.0 [13.13; 21.25], and in the "REtEA" group - 13.5 [8.75; 18.62]. The reoperation risk in the "NT" group was 13.3%, higher than in other groups (3.4% and 0%). **Conclusions.** Ductal tissue excision and arch enlargement reduce the risk of recoarctation. A residual pressure gradient greater than 23 mm Hg at discharge is a predictor of restenosis.

Keywords:	aortic coarctation; newborns; recoarctation.
Funding:	the study was conducted without financial support from grants, public, non-profit, commercial organizations, and structures.
Compliance with ethical standards:	an informed consent was obtained from all patients. Approval was obtained from the local ethics committee.
For citation:	Teplov P.V., Miller A.Yu., Gvozd Ye.M., Polyakova Yu.N., Sakovich V.A., Soynov I.A. Long-term outcomes of surgical correction of aortic coarctation in newborns: a pilot prospective multicenter study. <i>Siberian Journal of Clinical and Experimental Medicine</i> . 2025;40(1):95–102. https://doi.org/10.29001/2073-8552-2025-40-1-95-102 .

Введение

Коарктация аорты (КоАо) – врожденный порок сердечно-сосудистой системы, характеризующийся сужением в области перешейка аорты [1]. КоАо регистрируется у 2 6 больных из 1 000 живорожденных, что составляет 4–8% среди всех врожденных пороков сердца (ВПС) [2–4].

Одной из главных проблем хирургии КоАо считается рекоарктация (реКоАо). Риск ее развития у детей первого года остается высоким и достигает 5,9–46,6% [5, 6].

Причинами развития реКоАо являются отсутствие роста анастомоза вследствие применения непрерывного сосудистого шва; истинное сужение анастомоза за счет дуктальной ткани, оставленной на операции; рубцевание анастомоза за счет периаортального спаечного процесса; некроз интимы аорты при применении сосудистых зажимов; неустраненная гипоплазия дуги аорты и турбулент-

ный кровоток в области анастомоза; малый вес ребенка; тип шовного материала [5–11].

На сегодняшний день, несмотря на активное развитие эндоваскулярных методик для ее устранения, хирургическое лечение не утратило своей актуальности.

Цель исследования: оценить результаты хирургического лечения новорожденных с КоАо, проанализировав эффективность различных хирургических методик.

Материал и методы

За период с 2020 по 2023 гг. на базе детского отделения ФЦССХ (Красноярск) и НМИЦ им. ак. Е.Н. Мешалкина (Новосибирск) были обследованы 238 пациентов с КоАо и сопутствующими ВПС.

Критериями включения в исследование являлись период новорожденности и диагноз КоАо.

Критерии исключения из исследования: перерыв дуги аорты, глубокая недоношенность, масса менее 1,5 кг, III стадия сердечной недостаточности (по Ross), тяжелые генетические аномалии, несовместимые с жизнью, коморбидные состояния, влияющие на исход.

В пилотное проспективное рандомизированное исследование были включены 105 новорожденных с КоАо и гипоплазией дуги, подходящие под критерии включения. Рандомизация была выполнена с помощью генератора случайных чисел. Дизайн исследования представлен на рисунке 1.

Конечные точки исследования: реКоАо через 6, 12 и 60 мес. (наличие градиента систолического артериального давления, измеренного на верхней и нижней конечностях, более 20 мм рт. ст.), пиковый градиент по данным эхокардиографии в области перешейка аорты более 20 мм рт. ст., повторная операция по поводу реКоАо.

Пациенты были разделены на три группы в соответствии с выбранной тактикой хирургического лечения: группа 1 «Тип Norwood» – реконструкция дуги с пластикой заплатой по типу «Norwood Procedure» ($n = 35$); группа 2 «АПЗ» – резекция суженного участка аорты и пластика

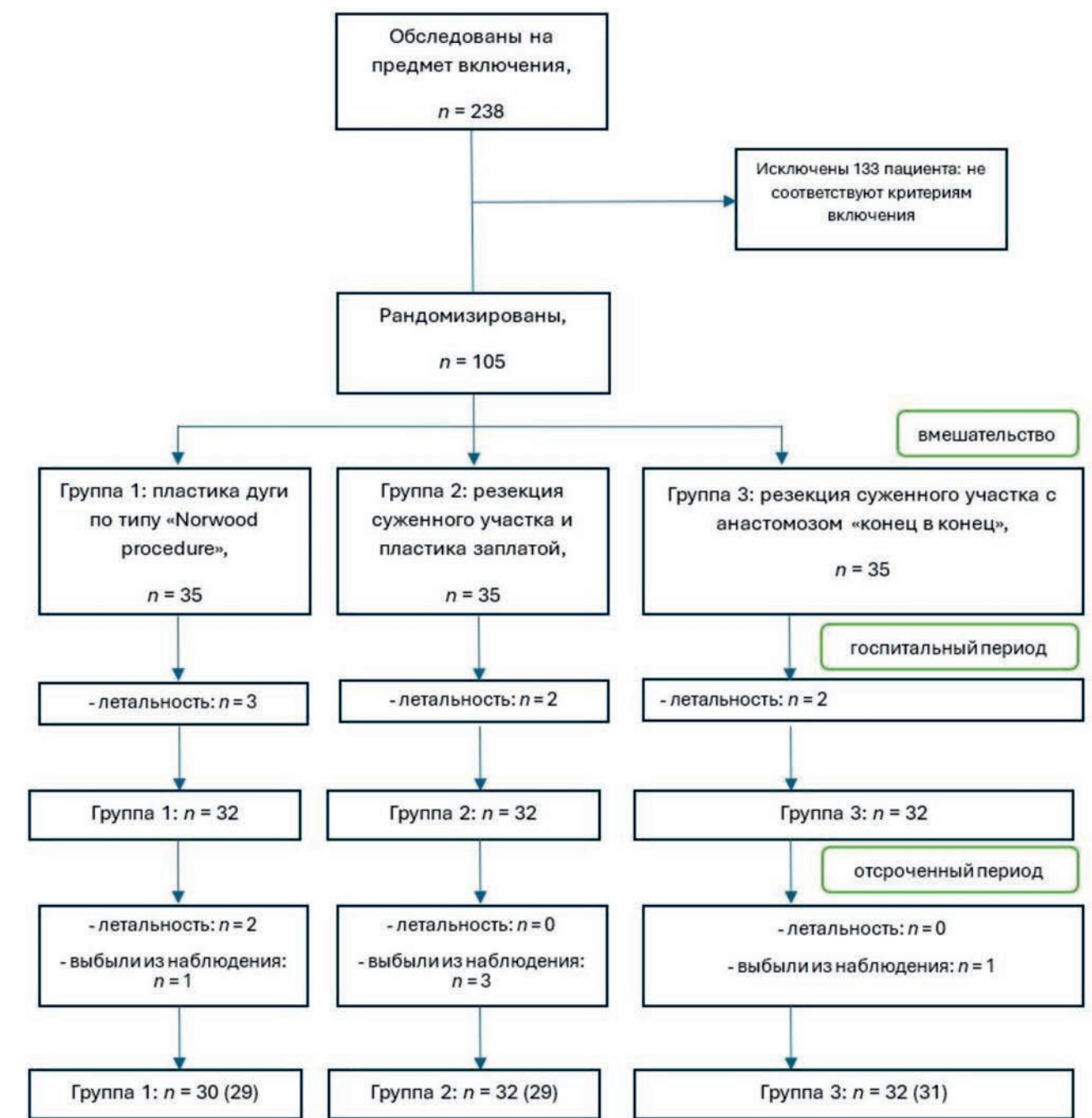


Рис. 1. Дизайн исследования
Fig. 1. Study design

заплатой ($n = 35$); группа 3 «КРАКК» – резекция суженного участка аорты и наложение анастомоза «конец-в-конец» ($n = 35$).

Диагноз «коарктация аорты» устанавливался с помощью объективного исследования (разница систолического артериального давления, измеренного на верхних и нижних конечностях, более 20 мм рт. ст.), эхокардиографии (пиковый градиент более 20 мм рт. ст.), методом обнаружения локализованного сужения аорты (более 50% от нормального диаметра аорты в этом участке по z-score). Параметр z-score рассчитывался с помощью веб-ресурса «Parameter (Z) Echo Z-Score Calculators»¹.

Предоперационная подготовка и интраоперационный мониторинг были стандартными для кардиохирургических вмешательств у детей периода новорожденности. Все операции выполнялись из срединной стернотомии с применением искусственного кровообращения (ИК) и антеградной перфузии головного мозга при температуре 25 °C.

Подключение аппарата ИК проводилось по схеме: «аорта, полые вены, дренаж левых отделов сердца через правую легочную вену». После начала ИК выполнялось постепенное охлаждение пациента до 25 °C с контролем температуры по пищеводному и ректальному датчикам с целью мониторинга равномерности охлаждения верхнего и нижнего этажа тела ребенка.

При попадании пациента в группу «Тип Norwood» основной этап заключался в пластике дуги аорты заплатой по типу операции Norwood с расширением восходящей аорты, но без иссечения дуктальной ткани.

В группе «АПЗ» проводилась резекция участка коарктации с наложением «косого расширенного анастомоза».

Пациентам, включенным в группу «КРАКК», выполнялась пластика дуги аорты заплатой из легочного аллографта (ООО «Кардиостар», Санкт-Петербург, Россия) [13].

После окончания основного этапа вмешательства проводилось согревание пациента с ушиванием операционной раны и транспортировкой больного в палату интенсивной терапии.

Статистическая обработка данных осуществлялась с использованием пакета программ R в среде RStudio и с помощью языка программирования Python 3.12. Проверка нормальности распределения количественных показателей выполнялась по критерию Шапиро – Уилка. В силу отсутствия нормальности распределения исследуемых количественных показателей они описаны медианами и межквартильными промежутками [Q1; Q3]. Категориальные показатели представлены абсолютными (n) и относительными (в %) частотами. При сравнении количественных показателей в трех независимых группах использовался критерий Краскела – Уоллиса. Категориальные показатели в 3 независимых группах сравнивались по χ^2 критерию Пирсона с поправкой Йейтса. Для анализа частоты наступления критических событий применялись оценки выживаемости Каплана – Мейера, составлялись кривые выживаемости. Для выявления предикторов наступления ключевого события строились однофакторные модели регрессии Кокса. В качестве меры эффекта влияния ковариат на развитие реКоАо использовалась оценка относительного риска (RR) и ее 95% доверительный интервал. Для определения порогового значения остаточного градиента на перешейке аорты, позволяющего классифицировать пациентов в группы риска реКоАо, была построена однофакторная модель логистической регрессии, проведен ее ROC-анализ. Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез составлял 0,05.

Результаты

По базовым характеристикам между группами исследования не было выявлено статистически значимых различий ни по одному из показателей (табл. 1).

Таблица 1. Характеристика пациентов до операции

Table 1. Baseline characteristics of the patients before surgery

Показатели	Тип Norwood, $n = 35$	АПЗ, $n = 35$	КРАКК, $n = 35$	Тест Краскела – Уоллиса, p -value
Базовые характеристики				
Мужской пол, n (%)	22 (62,9)	23 (65,7)	24 (68,6)	0,864
Возраст, сут	16,0 [9,50; 25,50]	11,0 [7,25; 18,75]	13,0 [7,00; 21,00]	0,129
Рост, см	50,0 [49,00; 53,00]	52,0 [50,25; 54,00]	53,0 [50,00; 54,50]	0,239
Вес, кг	3,0 [2,70; 3,50]	3,0 [2,60; 3,50]	3,3 [3,00; 3,85]	0,176
Площадь поверхности тела, m^2	0,2 [0,18; 0,22]	0,2 [0,19; 0,23]	0,2 [0,20; 0,24]	0,417
Эхокардиографическая характеристика				
Размер фиброзного кольца аортального клапана, мм	6,0 [5,68; 6,50]	6,0 [5,00; 7,40]	7,4 [6,08; 8,00]	0,004
Z-score фиброзного кольца аортального клапана	-2,0 [-2,50; -1,38]	-1,7 [-2,50; 0,00]	0,0 [-1,38; 0,00]	0,003
Фракция выброса левого желудочка, %	70,0 [64,00; 75,00]	70,0 [65,00; 75,00]	70,0 [65,00; 74,50]	0,997
Градиент на перешейке аорты, мм рт. ст.	19,0 [16,00; 39,50]	26,0 [19,25; 40,00]	38,0 [12,00; 63,75]	0,324
Характеристика дуги аорты по данным мультиспиральной компьютерной томографии				
Восходящая аорта, мм	7,0 [6,00; 7,53]	7,6 [6,08; 8,17]	8,4 [7,00; 9,70]	< 0,001
Проксимальная дуга аорты, мм	3,8 [3,35; 4,75]	4,7 [3,85; 5,00]	4,7 [4,50; 5,50]	0,048
Дистальная дуга аорты, мм	3,1 [2,95; 4,10]	3,4 [3,02; 4,07]	4,2 [4,00; 4,80]	0,000

¹ Scores of Cardiac Structures / Detroit Data. Echo Z-Score Calculators. URL: <http://parameterz.blogspot.com/2008/09/z-scores-of-cardiac-structures.html> (27.12.2024).

По продолжительности ИК были выявлены статистически значимые различия между группами: 105,0 [81,25; 134,50] мин для пациентов группы «Тип Norwood»; 75,5 [62,50; 82,00] мин – для пациентов группы «АПЗ», 97,0 [78,00; 151,50] мин – для пациентов группы «КРАКК», $p = 0,001$. Это объясняется большим объемом реконструкции дуги аорты в группе пациентов «Тип Norwood».

Оперированные пациенты находились на постоянном динамическом контроле. Пиковый градиент на перешейке аорты, измеренный через 6, 12 и 60 мес., фиксировался в рамках данного исследования. Результаты приведены в таблице 2.

При изучении 5-летних результатов во всех трех группах были зарегистрированы летальные исходы. Однако, несмотря на это, общая летальность находилась в преде-

лах конвенциональных значений. При анализе числа ре-КоАо в течение 5 лет из исследования выбыли по разным причинам 16 (15,2%) пациентов, в связи с чем при оценке 5-летних результатов количество пациентов в группах было изменено.

В расширенном (5-летнем) периоде наблюдения были выявлены статистически значимые различия частоты необходимой повторной операции по поводу реКоАо между пациентами трех групп. У пациентов группы «Тип Norwood» чаще встречалась реКоАо с необходимостью повторной операции (рис. 2).

Анализ однофакторных моделей регрессии Кокса выявил единственный статистически значимый предиктор возникновения значимого рестеноза: градиент на перешейке аорты, измеренный при выписке из стационара,

Таблица 2. Контрольные параметры в раннем и отсроченном периодах наблюдения

Table 2. Control parameters in the early and long-term follow-up

Показатели	Тип Norwood, $n = 29$	АПЗ, $n = 29$	КРАКК, $n = 31$	Тест Краскела – Уоллиса, p -value
Пиковый градиент через 6 мес. после выписки, мм рт. ст.	18,0 [10,00; 35,00]	16,0 [15,00; 23,00]	12,5 [9,00; 22,75]	0,440
Пиковый градиент через 12 мес. после выписки, мм рт. ст.	14,0 [10,25; 19,50]	18,5 [15,25; 24,25]	13,5 [8,50; 21,62]	0,362
Пиковый градиент через 5 лет	18,0 [18,25; 24,25]	15,0 [13,13; 21,25]	13,5 [8,75; 18,62]	0,042
Z-score размера перешейка аорты через 60 мес.	0,3 [-0,48; 0,78]	0,4 [-0,14; 0,76]	0,4 [-0,16; 0,57]	0,905
Отдаленный летальный исход, n (%)	3 (8,6)	2 (5,7)	1 (2,9)	0,328
Разница в систолическом артериальном давлении, измеренном на руках и ногах, мм рт. ст.	5,0 [3,00; 11,00]	3,0 [0,00; 4,25]	3,0 [0,00; 3,67]	0,131
Повторная операция по поводу рекоарктации, n (%)	4 (13,3)	1 (3,4)	0 (0,0)	0,001

Повторная операция по поводу рекоарктации

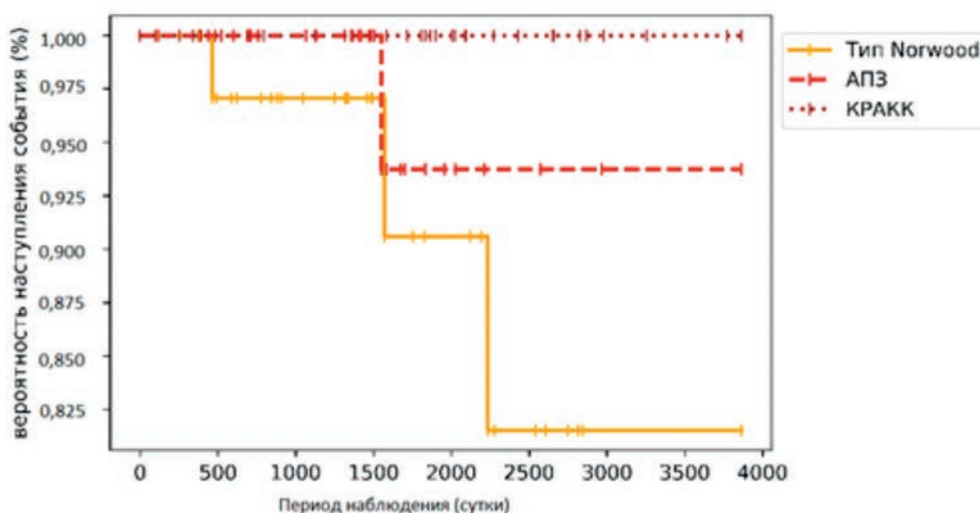


Рис. 2. Кривые Каплана-Мейера частоты повторной рекоарктации аорты для трех групп сравнения
Fig. 2. Kaplan-Meier frequency curves for reoperation due to aortic recoarctation in three comparison groups

увеличение которого на 1 мм рт. ст. повышает риск значимого рестеноза на 8% (табл. 3).

В рамках определения информативности градиента на перешейке аорты как значимого предиктора развития реКоАо в отдаленном периоде был выполнен ROC-анализ с оценкой площади под ROC-кривой (AUC) и определением оптимальной точки отсечения (cut point) по критерию Юдена. Установлено, что значение градиента на перешейке аорты при выписке более 23 мм рт. ст. определяет более высокую вероятность наступления реКоАо в отдаленном периоде (табл. 4).

Обсуждение

Проблема КоАо у новорожденных детей остается одним из актуальных вопросов в детской кардиохирургии [7]. Несмотря на значительные успехи в хирургическом лечении, она считается причиной серьезных осложнений и высокой смертности в раннем возрасте [1, 5]. Существующие хирургические подходы, одним из которых является прямой анастомоз «конец в конец» с иссечением дуктальной ткани, вызывают интерес исследователей в связи с их потенциальной эффективностью [14].

Таблица 3. Регрессионный анализ факторов развития рекоарктации в отдаленном периоде

Table 3. Regression analysis of the factors of recoarctation development in the long-term follow-up

Показатели	Относительный риск и 95% доверительный интервал	p-value
Возраст, сут	0,93 (0,86–1,00)	0,050
Вес, кг	0,88 (0,5–1,56)	0,662
Рост, см	0,99 (0,88–1,13)	0,928
Степень недоношенности	0,87 (0,82–1,29)	0,784
Дуктус-зависимость	1,36 (0,31–5,92)	0,684
Патология аортального клапана	16,74 (1,75–29,90)	0,049
Применение инотропных препаратов до операции	0,65 (0,92–3,70)	0,892
Искусственная вентиляция легких до операции	0,29 (0,02–3,54)	0,951
Интраоперационный градиент	0,91 (0,63–3,2)	0,457
Градиент при выписке	1,08 (1,02–1,15)	0,005

Таблица 4. Результат ROC-анализа классификатора «градиент при выписке»

Table 4. Result of the classifier «gradient at discharge» ROC-analysis

Показатель	Оптимальная точка отсечения	AUC	Чувствительность	Специфичность
Градиент при выписке, мм рт. ст.	23	0,903	0,935	0,950

Несмотря на это, существует множество точек зрения относительно выбора наиболее результативной хирургической методики для коррекции КоАо. Именно поэтому до сих пор проводятся исследования, сравнивающие результаты различных методов хирургической коррекции с целью определения наиболее эффективного подхода к лечению данного заболевания [15].

Одним из важных показателей, отражающих эффективность хирургического лечения, является пиковый градиент на перешейке аорты. Очевидно, что хирургическое лечение приводит к его существенному уменьшению, что в свою очередь провоцирует снижение артериального давления в верхней половине тела и постнагрузки на левый желудочек [7, 10]. С другой стороны, остаточный градиент после оперативного вмешательства может вести к тяжелым ранним осложнениям (острая сердечная недостаточность, острое повреждение почек и некротический энтероколит) и поздним осложнениям (артериальная гипертензия, аневризмы аорты, ранние приступы стенокардии и цереброваскулярные аневризмы) [1, 7, 16].

В других исследованиях было установлено, что независимо от возраста пациентов устранение градиента давления на дуге аорты путем хирургического лечения приводило к положительным долгосрочным результатам с низким уровнем осложнений и отдаленных летальных исходов [17, 18].

В проведенном нами исследовании было обнаружено, что снижение градиента давления вызывало значительное улучшение клинического состояния в раннем послеоперационном периоде. При сопоставлении хирургических методик не было выявлено различий в раннем послеоперационном периоде. Подобные выводы были получены и в других исследованиях, где сравнивались разнообразные методы хирургического лечения, значимых различий между группами найдено не было [14, 19]. Можно предположить, что существенное влияние на снижение градиента оказывает сам факт хирургического вмешательства, а не конкретная методика операции.

Таким образом, полученные нами результаты подтверждают данные предыдущих исследований и демонстрируют, что хирургическое лечение эффективно снижает пиковый градиент на перешейке аорты. Кроме

того, отсутствие статистически значимых различий между группами указывает на необходимость дальнейших исследований для выявления факторов, которые могут оказывать влияние на исходы лечения. Учитывая 6- и 12-месячные результаты, а также итоги отсроченного наблюдения, можно предположить, что применяемые методики хирургической коррекции КоАо у новорожденных детей демонстрируют различия в 5-летнем периоде наблюдения (13,3% пациентов из группы «Тип Norwood» были прооперированы повторно).

Резюмируя полученные данные, в том числе касающиеся влияния сторонних факторов, можно прийти к заключению, что статистически значимых различий в результатах операций, выполненных с применением или без использования заплат, установлено не было, в то время как большое значение имело полное удаление дуктальной ткани.

Выводы

1. Выбор хирургической методики коррекции КоАо не оказывает влияния на величину пикового градиента через 6 и 12 мес. после вмешательства, но при наблюдении в отдаленном периоде (5 лет) установлено статистически значимое отличие в пиковом градиенте на перешейке аорты.

2. В 5-летнем периоде наблюдений у пациентов, которым не выполнялось полное удаление дуктальной ткани, частота развития реКоАо выше, чем в случае полного удаления дуктальной ткани, независимо от применения заплат.

Литература / References

- Kim Y.Y., Andrade L., Cook S.C. Aortic Coarctation. *Cardiol Clin.* 2020;38(3):337–351. <https://doi.org/10.1016/j.ccl.2020.04.003>
- van der Linde D., Konings E.E., Slager M.A., Witsenburg M., Helbing W.A. et al. Birth prevalence of congenital heart disease worldwide: a systematic review and meta-analysis. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2011;58(21):2241–2247. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2011.08.025>
- Егунов О.А., Кожанов Р.С., Баянкина В.М., Соколов А.А., Кривошеков Е.В. Анализ непосредственных и отдаленных результатов хирургического лечения рекоарктации аорты. *Детские болезни сердца и сосудов.* 2022;19(1):49–55. <https://dx.doi.org/10.24022/1810-0686-2022-19-1-49-55>
- Egunov O.A., Kozhanov R.S., Bayankina V.M., Sokolov A.A., Krivoshechekov E.V. Immediate and long-term results of surgical repair of the aortic recoarctation. *Children's Heart and Vascular Diseases.* 2022;19(1):49–55. (In Russ.). <https://dx.doi.org/10.24022/1810-0686-2022-19-1-49-55>
- Трошкин Н.М., Подкоксенов А.Ю., Янулевич О.С., Егунов О.А., Соколов А.А., Кривошеков Е.В. и др. Ранние и отдаленные результаты хирургической коррекции аномалии Эбштейна методом конусной реконструкции. *Siberian Journal of Clinical and Experimental Medicine.* 2020;35(1):45–53. <https://doi.org/10.29001/2073-8552-2020-35-1-45-53>
- Troshkin N.M., Podoksenov A.Yu., Yanulevich O.S., Egunov O.A., Sokolov A.A., Krivoshechekov E.V. et al. Early and long-term results of surgical correction for Ebstein anomaly by cone reconstruction. *Siberian Journal of Clinical and Experimental Medicine.* 2020;35(1):45–53. (In Russ.) <https://doi.org/10.29001/2073-8552-2020-35-1-45-53>
- Dias M.Q., Barros A., Leite-Moreira A., Miranda J.O. Risk factors for re-coarctation and mortality in infants submitted to aortic coarctation repair: A Systematic Review. *Pediatr. Cardiol.* 2020;41(3):561–575. <https://doi.org/10.1007/s00246-020-02319-w>
- Горбатов А.В., Соинов И.А., Ничай Н.Р., Иванцов С.М., Войтов А.В., Кулябин Ю.Ю. и др. Факторы риска развития рекоарктации аорты у детей. *Педиатрия. Журнал им. Г.Н. Сперанского.* 2017;96(3):118–124. <https://doi.org/10.24110/0031-403X-2017-96-3-118-124>
- Gorbatykh A.V., Soynov I.A., Nichay N.R., Ivantsov S.M., Voitov A.V., Kulyabin Y.Y. et al. Risk factors for aortic recoarctation development in young children. *Pediatrics = Pediatr.* 2017;96(3):118–124. <https://doi.org/10.24110/0031-403X-2017-96-3-118-124>
- Raza S., Aggarwal S., Jenkins P., Kharabish A., Anwer S., Cullington D. et al. Coarctation of the aorta: diagnosis and management. *Diagnostics (Basel).* 2023;13(13):2189. <https://doi.org/10.3390/diagnos-tics13132189>
- Soynov I., Sinelnikov Y., Gorbatykh Y., Omelchenko A., Kornilov I., Nichay N. et al. 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. <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezx249>
- Andresen J.H., Saugstad O.D. 50 years ago in The Journal of Pediatrics: Recoarctation of the aorta. *J. Pediatr.* 2022;244:91. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2022.02.024>
- Egunov O.A., Krivoshechekov E.V., Cetta F., Sokolov A.A., Sviazov E.A., Shipulin V.V. Surgery for aortic recoarctation in children less than 10 years old: A single-center experience in Siberia, Russia. *J. Card. Surg.* 2022;37(6):1627–1632. <https://doi.org/10.1111/jocs.16435>
- Егунов О.А., Кривошеков Е.В., Баянкина В.М., Кожанов Р.С. Результаты хирургического лечения рекоарктации аорты у детей с учетом клинко-демографических и анатомических особенностей порока. *Современные проблемы науки и образования.* 2022;5:126–126. <https://doi.org/10.17513/spno.32142>
- Egunov O.A., Krivoshechekov E.V., Bayankina V.M., Kozhanov R.S. Result of surgical repair of the aortic recoarctation in children considered clinical-demographic and anatomical features. *Modern problems of science and education.* 2022;5:126–126. <https://doi.org/10.17513/spno.32142>
- Sames-Dolzer E., Gierlinger G., Kreuzer M., Mair R., Gitter R., Prandstetter C. et al. Aortic arch reconstruction in the Norwood procedure using a curved polytetrafluorethylene patch. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2022;61(2):329–335. <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezab433>
- Соинов И.А., Горбатов Ю.Н., Рзаева К.А., Кулябин Ю.Ю., Ничай Н.Р., Войтов А.В. и др. Анализ результатов коррекции коарктации с гипоплазией дуги аорты: «ascending sliding» против пластики дуги аорты заплатой из легочного гомографта. *Сибирский журнал клинической и экспериментальной медицины.* 2024;39(2):122–132. <https://doi.org/10.29001/2073-8552-2022-625>
- Soynov I.A., Gorbatykh Yu.N., Rzaeva K.A., Kulyabin Yu.Y., Nichay N.R., Voitov A.V. et al. Results of correction of coarctation with hypoplasia of the aortic arch: “ascending sliding” against plasty of the aortic arch with a patch from the pulmonary homograft. *Siberian Journal of Clinical and Experimental Medicine.* 2024;39(2):122–132. (In Russ.) <https://doi.org/10.29001/2073-8552-2022-625>
- Minotti C., Scioni M., Castaldi B., Guariento A., Biffanti R., Di Salvo G. et al. Effectiveness of repair of aortic coarctation in neonates: A long-term experience. *Pediatr. Cardiol.* 2022;43(1):17–26. <https://doi.org/10.1007/s00246-021-02685-z>
- Schäfer M., Morgan G.J., Mitchell M.B., Ross M., Barker A.J., et al. Impact of different coarctation therapies on aortic stiffness: phase-contrast MRI study. *Int. J. Cardiovasc. Imaging.* 2018;34(9):1459–1469. <https://doi.org/10.1007/s10554-018-1357-6>
- Рзаева К., Соинов И., Горбатов А., Кулябин Ю., Войтов А., Иванцов С.М. и др. Критическая коарктация аорты. Возможности диагностики и методов хирургической коррекции коарктации аорты у новорожденных. *Патология кровообращения и кардиохирургия.* 2020;24(2):46–62. <https://doi.org/10.21688/1681-3472-2020-2-46-62>
- Rzaeva K., Soynov I., Gorbatykh A., Kulyabin Y., Voitov A., Ivantsov S. et al. Critical coarctation of the aorta: diagnostic capabilities and methods of surgical treatment of aortic coarctation in newborns. *Patologiya Kровоobrashcheniya I Kardiokhirurgiya.* 2020;24(2):46–62. <https://doi.org/10.21688/1681-3472-2020-2-46-62>
- Lin H., Chang Y., Qian X., Yu C., Sun X. Outcomes of one-staged procedures to treat aortic coarctation complicated by cardiac anomalies. *BMC Cardiovasc. Disord.* 2022;22(1):302. <https://doi.org/10.1186/s12872-022-02739-x>
- Choi K.H., Kim H., Sung S.C., Lee H.D., Ko H., Byun J.H. et al. Outcomes of surgery for coarctation of the aorta based on a new classification system. *Cardiol. Young.* 2023;33(12):2644–2648. <https://doi.org/10.1017/s104795112300104x>
- Le Picault B., Pavy C., Maminirina P., Benbrik N., Baron O. Medium-term follow-up of autologous pericardial patches for pediatric aortic arch reconstruction. *J. Card. Surg.* 2022;37(10):3232–3242. <https://doi.org/10.1111/jocs.16827>

Информация о вкладе авторов

Теплов П.В. – выполнение хирургических вмешательств, написание текста.

Миллер А.Ю. – ассистенция на хирургических вмешательствах, написание текста, выполнение статистических расчетов.

Гвоздь Е.М. – ассистенция на хирургических вмешательствах, написание текста.

Полякова Ю.Н. – ведение пациентов на госпитальном этапе, редактирование текста.

Сакович В.А. – экспертная оценка работы, редактирование текста.

Соинов И.А. – экспертная оценка работы, редактирование текста.

Information on author contributions

Теплов П.В. – performing surgical interventions, writing the text.

Miller A.Yu. – assistance in surgical interventions, writing the text, performing statistical calculations.

Gvoz'd' E.M. – assistance in surgical interventions, writing the text.

Polyakova Yu.N. – managing patients at the hospital stage, editing the text.

Sakovich V.A. – expert assessment of the work, text editing.

Soynov I.A. – expert assessment of the work, text editing.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

Информация об авторах

Теплов Павел Викторович, заведующий отделением, сердечно-сосудистый хирург, кардиохирургическое отделение № 4 (детское), Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии, Красноярск, <http://orcid.org/0000-0002-8798-4975>.

E-mail: teplovpv@gmail.ru.

Миллер Александр Юрьевич, врач-сердечно-сосудистый хирург, кардиохирургическое отделение № 4 (детское), Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии, Красноярск, <http://orcid.org/0000-0003-4969-4640>.

E-mail: mralexandermiller@icloud.com.

Гвоздь Егор Михайлович, врач-сердечно-сосудистый хирург, кардиохирургическое отделение № 4 (детское), Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии, Красноярск, <http://orcid.org/0000-0002-3576-1892>.

Полякова Юлия Николаевна, детский кардиолог, кардиохирургическое отделение № 4 (детское), Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии, Красноярск, <http://orcid.org/0000-0002-6054-1322>.

E-mail: PolyakovaJN@krascor.ru.

Сакович Валерий Анатольевич, д-р мед. наук, доцент, главный врач, Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии, Красноярск, <http://orcid.org/0000-0001-7743-8770>.

E-mail: sakovichva@krascor.ru.

Сойнов Илья Александрович, д-р мед. наук, заведующий научно-исследовательским отделом врожденных пороков сердца, НИИЦ им. ак. Е.Н. Мешалкина Минздрава России, Новосибирск, <http://orcid.org/0000-0003-3691-2848>.

E-mail: i_soynov@mail.ru.

 **Теплов Павел Викторович**, e-mail: teplovpv@gmail.ru.

Information about the authors

Pavel V. Teplov, Head of the Cardiac Surgery Department No. 4 (Children's), Federal Center for Cardiovascular Surgery; Krasnoyarsk, Russia, <https://orcid.org/0000-0002-8798-4975>.

E-mail: teplovpv@gmail.ru.

Aleksandr Yu. Miller, Cardiac Surgeon, Cardiac Surgery Department No. 4 (Children's), Federal Center for Cardiovascular Surgery; Krasnoyarsk, <https://orcid.org/0000-0003-4969-4640>.

E-mail: mralexandermiller@icloud.com.

Egor M. Gvozdz, Cardiac Surgeon, Cardiac Surgery Department No. 4 (Children's), Federal Center for Cardiovascular Surgery; Krasnoyarsk, <http://orcid.org/0000-0002-3576-1892>.

Yulia N. Polyakova, Pediatric Cardiologist, Cardiac Surgery Department No. 4 (Children's), Federal Center for Cardiovascular Surgery, Krasnoyarsk, <http://orcid.org/0000-0002-6054-1322>.

E-mail: PolyakovaJN@krascor.ru.

Valerij A. Sakovich, Dr. Sci. (Med.), Federal Center for Cardiovascular Surgery, Krasnoyarsk, <https://orcid.org/0000-0001-7743-8770>.

E-mail: sakovichva@krascor.ru.

Ilya A. Soyнов, Dr. Sci. (Med.), Head of the Research Department of Congenital Heart Defects, Cardiovascular Surgeon, Meshalkin National Medical Research Center, Ministry of Health of Russian Federation, Novosibirsk, <http://orcid.org/0000-0003-3691-2848>.

E-mail: i_soynov@mail.ru.

 **Pavel V. Teplov**, e-mail: teplovpv@gmail.ru.

Received 10.10.2024;
review received 12.11.2024;
accepted for publication 26.02.2025.

Поступила 10.10.2024;
рецензия получена 12.11.2024;
принята к публикации 26.02.2025.