

## РЕЗУЛЬТАТЫ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ РЕКОАРКТАЦИИ АОРТЫ У ДЕТЕЙ С УЧЕТОМ КЛИНИКО-ДЕМОГРАФИЧЕСКИХ И АНАТОМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ПОРОКА

Егунув О.А., Кривошеков Е.В., Баянкина В.М., Кожанов Р.С.

*Научно-исследовательский институт кардиологии Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук», Томск, e-mail: egunov\_oleg@mail.ru*

Артериальная гипертензия является основной причиной летальных исходов для пациентов с коарктацией аорты. Одним из важнейших факторов риска ее возникновения является рекоарктация аорты, сформировавшаяся после хирургического или эндоваскулярного лечения коарктации аорты, и не диагностированная или не устраненная сопутствующая гипоплазия дуги аорты. Целью данного исследования являлась оценка эффективности и безопасности хирургического лечения рекоарктации аорты у детей через срединную стернотомию с учетом клинико-демографических и анатомических особенностей порока. Материалы и методы. В период с 2008 по 2020 год 201 пациенту были выполнены хирургические вмешательства по поводу КоАо и реКоАо. Все пациенты имели сопутствующую тубулярную гипоплазию дуги аорты или полисегментарные стенозы как ее эквивалент. Первичными конечными точками являлись формирование рекоарктации и развитие АГ. После проведения балансных статистических методов были сопоставлены 44 пары пациентов. Результаты. Госпитальная летальность отсутствовала в обеих группах. Такие послеоперационные осложнения, как п/о кровотечения и хилоторакс в группе реКоАо, встречались чаще, чем в группе КоАо ( $p=0,04$ ). Осложнений, связанных с методикой нейро- и органопротекции, зафиксировано не было. У пациентов обеих групп отмечалось значимое снижение градиента АД между руками и ногами и отсутствие градиента на дуге аорты, измеренного с помощью ЭхоКГ. Послеоперационное наблюдение за пациентами продолжалось 169 месяцев. Спустя 3 года после операции у 1,3% детей в группе КоАо и у 2,1% детей в группе реКоАо возникла артериальная гипертензия. За пятилетний период наблюдения число случаев АГ увеличилось до 6% в группе КоАо и не изменилось в группе реКоАо.

Ключевые слова: коарктация аорты, рекоарктация аорты, антеградная селективная церебральная перфузия.

## RESULT OF SURGICAL REPAIR OF THE AORTIC RECOARCTATION IN CHILDREN CONSIDERED CLINICAL-DEMOGRAPHIC AND ANATOMICAL FEATURES

Egunov O.A., Krivoshchekov E.V., Bayankina V.M., Kozhanov R.S.

*Cardiology Research Institute of the Federal State Budget Scientific Institution "Tomsk National Research Medical Center of the Russian Academy of Sciences", Tomsk, e-mail: egunov\_oleg@mail.ru*

The arterial hypertension is the most significant reason of death for patients with the aortic coarctation. The most important risk factor is the aortic recoarctation after surgical or endovascular repair of the initial coarctation and undiagnosed tubular hypoplasia of the aortic arch. The aim of this study was to evaluate the effectiveness and safeness of surgical repair of the aortic recoarctation using redo sternotomy approach considering clinical, demographic and anatomical features. Methods. Between 2008 and 2020, 201 patients underwent surgical repair for the aortic coarctation and recoarctation. All patients had the aortic arch hypoplasia or polysegmental stenosis as equivalent. The endpoints of the study were formation of the recoarctation and evolution of the arterial hypertension in long-term period. After the propensity score matching, 44 pairs of patients were compared. Results. No hospital mortality in both groups. The frequency of postsurgical complications (postoperative bleeding and chylothorax) was higher in the group of recoarctation, ( $p=0,04$ ). There were no complications related to method of neuroprotection and organoprotection. Both groups had significant decrease in the blood pressure gradient between arm-to-leg. After surgical repair, the gradients were abolished in all groups of patients. The average follow-up was 169 months. 3 years after surgery, 1.3% of patients in the CoAo group and 2.1% of patients in the reCoAo group had the arterial hypertension. 5 years after surgery, 6% of patients only in the CoAo group had arterial hypertension.

Keywords: aortic coarctation, aortic recoarctation, antegrade selective cerebral perfusion.

Рекоарктация аорты (реКоАо) - это формирование реконструкции после первичной коррекции коарктации аорты (КоАо). Частота развития варьирует от 5% до 50% в зависимости от диагностических критериев [1]. Среди наиболее значимых факторов риска выделяют: инфузию простагландина, возраст младше 1 мес. и низкий вес пациента в предоперационном периоде, оставленную дуктальную ткань при первичной коррекции и не диагностированную или заведомо не устраненную гипоплазию дуги аорты. Гипоплазия дуги аорты является наиболее распространенной патологией, сочетающейся с КоАо, с частотой встречаемости до 70% [2]. В большом количестве исследований была выявлена взаимосвязь артериальной гипертензии (АГ) с гипоплазией дуги аорты [2]. Предполагается, что причиной АГ является измененное морфологическое строение стенки аорты, заключающееся в дисбалансе эластиновых и коллагеновых волокон и приводящее к увеличению «жесткости» гипоплазированного участка [3]. Именно поэтому АГ остается серьезной проблемой даже после успешного устранения КоАо.

Таким образом, понятие реКоАо включает не только формирование рестеноза непосредственно на участке коррекции, но также не диагностированную и/или не устраненную гипоплазию дуги аорты при выполнении первичной операции, с которой и связана клиническая картина и формирование АГ, что является основной причиной летальных исходов [4].

Целью данного исследования является оценка эффективности и безопасности хирургического лечения реКоАо у детей через срединную стернотомию в условиях антеградной селективной церебральной перфузии (АСЦП) с учетом непосредственных и отдаленных результатов, а также клинико-демографических и анатомических особенностей порока.

### **Материалы и методы исследования**

Проведение исследования было одобрено локальным этическим комитетом Томского национального исследовательского медицинского центра Научно-исследовательского института кардиологии, № 139, 14.02.2019. За последние 12 лет в КХО № 2 было прооперировано 380 пациентов с КоАо и реКоАо, в том числе в сочетании с другими врожденными пороками сердца (ВПС). В данное исследование был включен 201 пациент, которым выполнялись хирургические вмешательства по поводу КоАо или реКоАо, а также проводилась оценка динамики градиента на дуге аорты с помощью эхокардиографии (ЭхоКГ) и непрямого измерения артериального давления (АД), отмечалось наличие АГ и прием антигипертензивной терапии в послеоперационном периоде. Все пациенты с КоАо или реКоАо имели сопутствующую тубулярную гипоплазию дуги аорты или полисегментарные

стенозы как ее эквивалент. Тубулярная гипоплазия дуги аорты устанавливалась при Z-score  $\leq -2$ .

Критериями включения в исследование являлись: плановая операция по поводу коарктации/рекоарктации аорты с гемодинамически незначимыми врожденными аномалиями сердечно-сосудистой системы, добровольное информированное согласие пациента в письменной форме.

Критериями исключения из проспективной части исследования являются отсутствие согласия пациента и период новорожденности.

Первичные конечные точки исследования – формирование реКоАо и развитие АГ. Вторичные конечные точки исследования – частота послеоперационных осложнений, длительность искусственной вентиляции легких (ИВЛ), частота развития и длительность острого почечного повреждения (ОПП) в послеоперационном периоде, динамика ренального и церебрального NIRS в интра- и послеоперационном периоде, показатели неврологического статуса пациента и наличие АГ в послеоперационном периоде. Измерение АД выполнялось с использованием кардиомонитора Drager Infinity Delta XL (Dragerwerk AG, Германия). Суточный мониторинг АД выполнялся в период госпитализации пациента с помощью монитора АВРМ – 04 (Meditech, Венгрия). Эхо-КГ исследование выполнялось на ультразвуковой системе Vivid Q (GE Healthcare, США). МСКТ с внутривенным контрастированием являлась базовым методом диагностики наряду с ЭхоКГ. Все исследования выполнялись на гибридном томографе Discovery NM/CT 570c (GE Healthcare, США) с последующим построением 3D-компьютерной реконструкции и измерением различных отделов аорты на требуемых участках. В качестве контраста использовался препарат Ultravist-370 (Guerber France, Франция).

Хирургический доступ для пациентов с КоАо заключался в выполнении срединной стернотомии, перикардотомии и инициации искусственного кровообращения (ИК) по стандартной методике. Пациентам с реКоАо выполнялась срединная ре- или стернотомия с последующим кардиолизом и выделением дуги и нисходящего отдела аорты в рубцово-измененных тканях с инициацией ИК по методике, идентичной группе с КоАо.

Выбор хирургической техники на основном этапе операции зависел от клинико-демографических характеристик и анатомических особенностей пациентов с реКоАо. Всего использовались три различные методики: расширение участка КоАо/реКоАо и дуги аорты заплатой, резекция участка КоАо/реКоАо с протезированием линейным сосудистым протезом или резекция участка КоАо и реКоАо с широким косым анастомозом «конец в конец».

Все пациенты были разделены на две группы: I группа - повторные пациенты (с реКоАо в сочетании с гипоплазией дуги, 49 пациентов) и II группа - первичные пациенты (с КоАо в

сочетании с гипоплазией дуги, 152 пациента). В каждой исследуемой группе пациенты подразделялись на 5 подгрупп в зависимости от возраста (табл. 1).

Таблица 1

Возрастные группы пациентов с КоАо и реКоАо

Группа	Возраст	РеКоАо, n=49	КоАо, n=152
1 группа	1 мес. – 1 год	14	53
2 группа	1 – 3 года	4	13
3 группа	3 – 6 лет	3	37
4 группа	6 – 12 лет	17	31
5 группа	12 – 18 лет	11	18

Полученные группы статистически значимо различались по таким параметрам, как систолическое и диастолическое АД ( $p=0.024$  и  $p=0.001$  соответственно).

С целью получения сопоставимых групп сравнения была применена балансная статистическая методика propensity score matching. В модель сопоставления был включено 15 предоперационных параметров, способных оказать влияние на конечные точки исследования. Таким образом, были получены две группы, по 44 пациента в каждой, сопоставимые по всем основным и наиболее значимым параметрам. После псевдорандомизации выполнялся сравнительный анализ полученных групп: группа I (реКоАо), группа II (КоАо). Основные характеристики пациентов, включенных в исследование, представлены в таблице 2.

Таблица 2

Основные предоперационные показатели пациентов обеих групп

Показатель	I группа, n=44	II группа, n=44	p-value
<b>Возрастная подгруппа</b>			
1 группа (1 мес. – 1 год), n (%)	11	11	1,0
2 группа (1 – 3 года), n (%)	3	3	1,0
3 группа (3 – 6 лет), n (%)	3	3	1,0
4 группа (6 – 12 лет), n (%)	16	16	1,0
5 группа (12 – 18 лет), n (%)	11	11	1,0
Мужской пол, n (%)	29 (65,9)	22 (50)	0,131
Вес, Me (Q25-Q75%)	27,5 (8,4; 46)	27 (8,85; 50)	0,947
<b>Сопутствующие пороки</b>			
БАК, n (%)	27 (61,3)	28 (63,6)	0,826
ОАП, n (%)	0	7 (15,9)	<b>0,006</b>

ДМПШ/ООО, n (%)	0	8 (18,1)	<b>0,003</b>
Аберр. ЛПКА, n (%)	4 (9)	4 (9)	1,0
<b>Результаты инструментальных исследований</b>			
САД рука, Ме (Q25-Q75%), мм рт. ст.	117,5 (105; 134)	126,5 (111,5; 137,5)	0,299
ДАД рука, Ме (Q25-Q75%), мм рт. ст.	63,5 (56,5; 72,5)	74,5 (64; 83,5)	<b>0,004</b>
САД нога, Ме (Q25-Q75%), мм рт. ст.	105 (93,5; 130)	103 (87,5; 113,5)	0,165
ДАД нога, Ме (Q25-Q75%), мм рт. ст.	62,5 (53; 73,5)	58,5 (49; 73)	0,289
Градиент САД рука/нога, Ме (Q25-Q75%)	15,5 (2; 30,5)	21,5 (11,5; 34)	0,073
Градиент ДАД рука/нога, Ме (Q25-Q75%)	0 (-8,5; 13)	12 (4; 25,5)	<b>0,001</b>
Пик ЭхоКГ градиент, Ме (Q25-Q75%)	45 (36,5; 53,5)	48,5 (38,5; 59)	0,218
Ср. ЭхоКГ градиент, Ме (Q25-Q75%)	19,5 (15; 26)	21 (18; 27)	0,279

#### *Методы статистической обработки*

Статистическая обработка результатов проводилась с помощью программного комплекса SPSS 23.0 for Windows (IBM Corp., Armonk, NY, USA) в сочетании с пакетом R for Windows (R Development Core Team, Vienna, Austria). Псевдорандомизация сравниваемых групп проводилась с помощью балансной статистической методики propensity score matching с использованием поиска ближайшего соседа при соотношении «случай – контроль», равном 1:1. Для статистического анализа количественных данных использовался критерий Манна - Уитни. Для анализа качественных показателей применялся критерий  $\chi^2$  Пирсона и точный критерий Фишера. Для оценки прогноза риска возникновения АГ в отдаленном послеоперационном периоде был проведен анализ выживаемости Каплана - Майера. Все статистические показатели считались достоверными при  $p < 0,05$ .

#### **Результаты исследования и их обсуждение**

##### *Непосредственные результаты*

Несмотря на большую продолжительность времени окклюзии Ао ( $p=0,006$ ) и АСЦП ( $p=0,001$ ) во II группе, общее время ИК было ожидаемо выше в I группе ( $p=0,038$ ). Между тем интраоперационные значения церебрального и ренального NIRS, а также уровень лактата плазмы не различались между группами (табл. 3).

Таблица 3

#### Основные интраоперационные показатели пациентов обеих групп

Показатель	I группа	II группа	P-value
cNIRS начало операции, %	72±8,5	70±10	0,055
cNIRS АСЦП, %	80,3±9,1	81,1±7,6	0,069

cNIRS конец операции, %	72±6,5	71±7,7	0,12
rNIRS начало операции, %	65±11,1	67±7,0	0,072
rNIRS АСЦП, %	47±5,5	50±4,2	0,079
rNIRS конец операции, %	67±6,0	68±9,4	0,061
Лактат начало операции, ммоль/л, Ме (Q25-Q75%)	1,5±0,5	1,2±0,3	0,07
Лактат АСЦП, ммоль/л, Ме (Q25-Q75%)	1,7±0,6	1,4±0,7	0,08
Лактат конец операции, ммоль/л, Ме (Q25-Q75%)	1,6±0,3	1,7±0,4	0,083
Общее время ИК, Ме (Q25-Q75%), мин.	130 (69,5; 149,5)	92 (74; 125)	<b>0,038</b>
Время окклюзии Ао, Ме (Q25-Q75%), мин.	32 (30; 37)	40 (30; 48,5)	<b>0,006</b>
Время АСЦП, Ме (Q25-Q75%), мин.	26 (23; 29)	35 (25; 40,5)	<b>0,001</b>

При анализе используемых хирургических методик были обнаружены значимые различия в их распределении. Наиболее распространенной хирургической методикой в I группе (50%) была пластика дуги аорты заплатой, в то время как во II группе наиболее распространенной методикой (50%) стало протезирование аорты линейным протезом (табл. 4). Средний возраст пациентов для выполнения широкого косоанастомоза «конец в конец» для I группы составил 20,9 мес., для II группы – 35,4 мес., для пластики заплатой в I группе составил – 111 мес., а во II группе – 99 мес. И средний возраст для протезирования в I группе составил – 133 мес., а во II группе – 138 мес.

Таблица 4

Распределение хирургических методик в обеих группах

Методика	I группа	II группа
Анастомоз конец в конец, n (%)	12 (27,3)	19 (43,2)
Пластика заплатой, n (%)	22 (50)	3 (6,8)
Протезирование, n (%)	10 (22,7)	22 (50)

В послеоперационном периоде уровень лактата статистически значимо не различался как после 12 ч ( $p=0,079$ ), так и после 24 ч ( $p=0,08$ ) наблюдения.

При оценке неврологического статуса у пациентов обеих групп не были выявлены статистически значимые различия по уровню церебрального NIRS через 12 ( $p=0,083$ ) и 24 часа ( $p=0,063$ ), а также уровню сознания после экстубации. При анализе продолжительности ИВЛ в послеоперационном периоде также не было выявлено статистически значимых межгрупповых различий ( $p=0,059$ ). По результатам осмотра невролога, наличие очаговой симптоматики не отмечалось ни в одной из групп.

Анализ данных ренального NIRS не выявил статистически значимых различий между группами через 12 ( $p=0,055$ ) и 24 часа ( $p=0,072$ ). Первая стадия ОПП в соответствии с

критериями AKIN была выявлена в обеих группах ( $p=0,088$ ). Лечение осуществлялось путем коррекции объема введенной и выделенной жидкости, а также внутривенного введения лазикса.

Время пребывания пациентов в палате интенсивной терапии (ПИТ) значимо не различалось между группами ( $p=0,069$ ).

При анализе послеоперационных осложнений было обнаружено, что в I группе частота послеоперационных кровотечений, потребовавших ревизии послеоперационной раны, и частота хилоторакса, лечение которого у двух пациентов осуществлялось диетой и назначением октреотида, а у одного пациента потребовалась хирургическая ревизия с клипированием грудного лимфатического протока, были значимо выше ( $p=0,04$ ).

При расчете систолического и диастолического градиента АД между верхними и нижними конечностями было отмечено его значимое снижение в обеих группах ( $p=0,058$ ) и ( $p=0,261$ ).

По данным послеоперационной ЭхоКГ, гемодинамически значимый остаточный градиент не определялся ни у одного из прооперированных пациентов ( $p=0,155$ ).

При выписке из стационара количество пациентов, которым требовался прием антигипертензивной терапии, значимо не различалось между группами ( $p=0,56$ ).

Таблица 5

Послеоперационные показатели пациентов обеих групп

Показатель	I группа	II группа	P-value
cNIRS 12 ч в ПИТ, %, Ме (Q25-Q75%)	70±6,3	71±9,7	0,083
cNIRS 24 ч в ПИТ, %, Ме (Q25-Q75%)	72±8,3	70±11,2	0,063
rNIRS 12 ч в ПИТ, %, Ме (Q25-Q75%)	69±3,1	65±4,0	0,055
rNIRS 24 ч в ПИТ, %, Ме (Q25-Q75%)	67±6,6	66±7,7	0,072
Время ИВЛ, ч, Ме (Q25-Q75%)	11±8	14±7	0,059
ОПП (ст. 1), n (%)	3	4	0,055
Лактат 12 ч в ПИТ, ммоль/л, Ме (Q25-Q75%)	1,7±0,7	1,3±0,3	0,079
Лактат 24 ч в ПИТ, ммоль/л, Ме (Q25-Q75%)	1,5±0,6	1,8±0,2	0,08
Время пребывания в ПИТ, сут., Ме (Q25-Q75%)	1,7±0,9	1,5±0,7	0,069
П/о кровотечения, n	2	2	1
П/о хилоторакс, n	3	0	<b>0,001</b>
САД рука, мм рт. ст., Ме (Q25-Q75%)	113,5 (102; 123,5)	112 (100,5; 116,5)	0,269
ДАД рука, мм рт. ст., Ме (Q25-Q75%)	61,5 (53,5; 66)	64,5 (60; 74)	0,053

САД нога, мм рт. ст., Ме (Q25-Q75%)	107 (94; 130,5)	119,5 (111,5; 125,5)	0,143
ДАД нога, мм рт. ст., Ме (Q25-Q75%)	65 (54; 72)	65 (55; 74,5)	0,605
Градиент САД рука/нога, мм рт. ст., Ме (Q25-Q75%)	-4 (-11; 18)	-7 (-13; -2,5)	0,058
Градиент ДАД рука/нога, мм рт. ст., Ме (Q25-Q75%)	-3,5 (-15,5; 5)	0 (-7; 6,5)	0,261
Пик ЭхоКГ градиент, мм рт. ст., Ме (Q25-Q75%)	0 (0; 2,5)	0 (0; 8,5)	0,155
Ср. ЭхоКГ градиент, мм рт. ст., Ме (Q25-Q75%)	0 (0; 0)	0 (0; 3,5)	0,104
Прием АГ терапии, n (%)	6 (13,6)	8 (18,1)	0,56

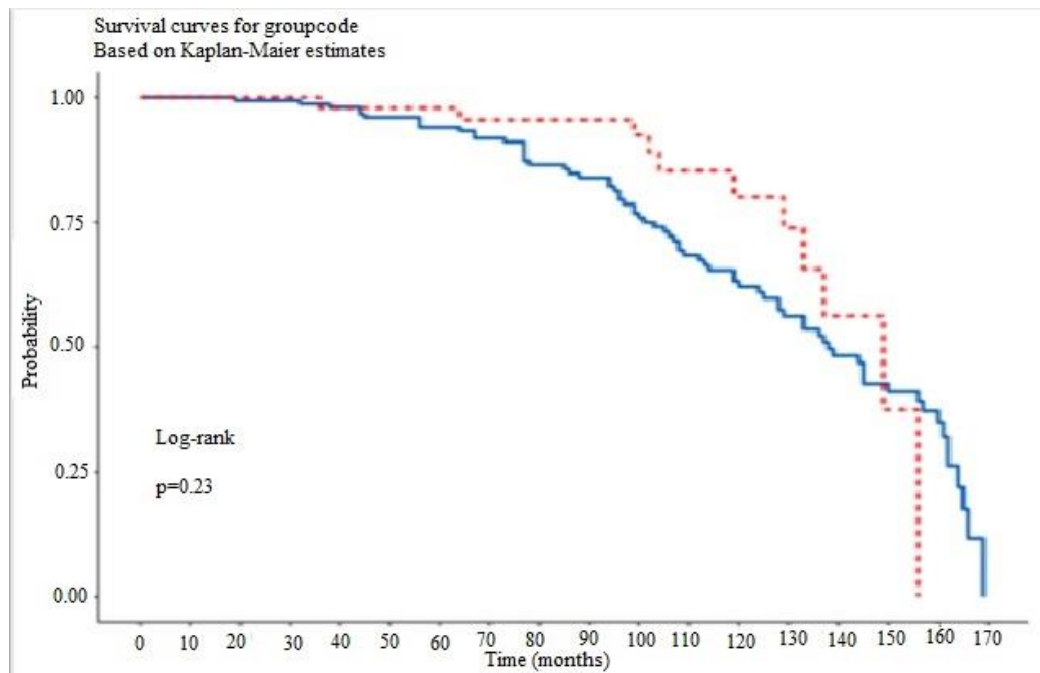
### *Отдаленные результаты*

Для оценки прогноза риска возникновения АГ в отдаленном послеоперационном периоде был проведен анализ выживаемости Каплана - Майера. Послеоперационное наблюдение за пациентами продолжалось 169 месяцев. Во II группе медиана времени с момента операции до появления АГ составила 138 месяцев, 95% CI (128;157), в I группе - 149 месяцев, 95% CI (133;169).

В течение одного года после операции случаев возникновения АГ в обеих группах зарегистрировано не было. Спустя 3 года возникновение АГ было отмечено у 1,3% детей во II группе и у 2,1% детей в I группе. За пятилетний период наблюдения число зарегистрированных случаев АГ у прооперированных детей увеличилось до 6% во II группе и не изменилось в I группе. На рисунке приведены кривые Каплана - Майера для обеих групп (КоАо – синий цвет, реКоАо – красный цвет). Сравнение рисков возникновения АГ в группах по логранговому критерию статистически значимых различий не выявило ( $p=0,23$ ).

Помимо анализа АД в послеоперационном периоде, всем пациентам выполнялось ЭхоКГ-исследование. У всех пациентов определялся магистральный спектр кровотока в брюшной аорте и не обнаруживались данные за реКоАо.





*Возникновение артериальной гипертензии в I (красный цвет) и во II группе (синий цвет)*

С момента первой успешной коррекции КоАо, выполненной Crafoord и Nilyn, прошло уже более 80 лет [5]. За почти вековую историю изучения заболевания данные о выживаемости пациентов свидетельствуют о достаточно серьезном снижении продолжительности жизни пациентов с КоАо относительно здоровых людей. Проведя сравнительный анализ 30-летней выживаемости пациентов с прооперированной КоАо в 1989 и 2014 годах, обнаружили, что 10-летняя выживаемость выросла на 2,3%, 20-летняя на 2,4%, а 30-летняя на 1,5% [6]. Примечательно, что улучшения в хирургической технике, новые возможности лечения АГ, наблюдение за сопутствующими заболеваниями не оказывают влияния на отдаленную выживаемость. В структуре развития резидуальной АГ при КоАо можно выделить две составляющие: первая – аномалии сосудистой стенки, к которым относятся повышенная жесткость, эндотелиальная дисфункция и нарушения в ренин-ангиотензиновой системе, вторая – реКоАо, в 70% случаев сочетающаяся с тубулярной гипоплазией дуги аорты [7]. Несмотря на определенные успехи применения эндоваскулярных методов коррекции реКоАо, радикальное лечение реКоАо в сочетании с гипоплазией дуги аорты возможно только хирургически.

Непосредственные результаты лечения реКоАо, как и КоАо, состоят из двух компонентов: непосредственно хирургической техники и используемой методики нейро- и органопротекции. Об эффективности хирургической техники можно судить по наличию остаточного градиента на дуге аорты и послеоперационным осложнениям как в ближайшем, так и в отдаленном периодах. Оценка эффективности нейро- и органопротекции путем мониторинга интра- и послеоперационных показателей носит лишь прогностический

характер. Поэтому большинство клиник нашей страны и мира руководствуются личным опытом в выборе хирургической методики и способа нейро- и органопротекции.

Одним из наиболее распространенных осложнений ИК и АСЦП у детей является ОПП, встречающееся до 30% случаев и являющееся одной из главных причин летальных исходов [8; 9]. Наиболее важными факторами риска ОПП у детей являются: возраст, время ИК и АСЦП, ламинарный ток крови во время ИК и воспалительный ответ [9; 10]. В качестве мониторинга интра- и послеоперационной оценки степени повреждения почек был выбран NIRS. Во-первых, метод позволяет оценивать адекватность перфузии в реальном времени, а во-вторых, NIRS показал лучшую достоверность в качестве предиктора развития ОПП в сравнении с биомаркерами [8]. В качестве оценки стадии ОПП при нарушениях почечной функции была выбрана классификация AKIN, которая является наиболее удобной в ежедневной клинической практике и не требует выполнения дорогостоящих исследований.

Оценка неврологического статуса детей, особенно младшего возраста, является серьезной и широко обсуждаемой проблемой. Сложность заключается в невозможности объективной оценки неврологического статуса ребенка ввиду незрелости ЦНС. В качестве прогностической методики оценки интра- и послеоперационных осложнений был выбран мониторинг церебрального NIRS. Другим важнейшим параметром является продолжительность ИВЛ, поскольку при отсутствии признаков органной дисфункции отсутствие спонтанного респираторного драйва у детей является важнейшим признаком повреждения ЦНС. В нашем исследовании не было значимых межгрупповых различий по всем описанным показателям [11].

Таким образом, антеградная селективная церебральная перфузия, применявшаяся в качестве метода нейро- и органопротекции в проведенном нами исследовании, продемонстрировала отсутствие межгрупповых различий по всем исследуемым показателям, что говорит о возможности ее применения как при первичных, так и при повторных вмешательствах, без увеличения рисков и частоты осложнений.

С точки зрения хирургических осложнений (кровоотечения, повреждения нервных волокон и лимфатических сосудов) повторные операции, безусловно, несут гораздо больший риск, чем первичные вмешательства, поскольку требуется выполнение рестернотомии, кардиолиза и выделения магистральных сосудов в рубцово-измененных тканях. В нашем исследовании число осложнений в I группе было выше, чем во II группе. Среди них были послеоперационные кровоотечения, по поводу чего выполнялась хирургическая ревизия и хилоторакс, лечение которого в двух случаях осуществлялось диетой и назначением октреотида, в одном случае требовалась хирургическая ревизия с клипированием грудного лимфатического протока.

При анализе используемых хирургических техник были обнаружены значимые межгрупповые различия в их распределении.

Резекция с широким косым анастомозом конец в конец была выполнена во II группе в 43% случаев, а в I группе в 27%. Во II группе методика имела более широкое применение относительно максимального возраста пациентов. Все же мы считаем это хорошим результатом для пациентов с реКоАо, поскольку методика позволяет полностью нивелировать использование инородных материалов. Главным фактором, ограничивающим применение данного метода, является эластичность стенки аорты, которая закономерно снижается с возрастом пациентов и естественно ниже у пациентов с реКоАо.

Артериальная гипертензия является основным пусковым механизмом в развитии осложнений, приводящих к летальному исходу, и остается серьезной проблемой у пациентов с прооперированной КоАо и реКоАо. Несмотря на большие возможности терапевтического лечения АГ, его эффективность гораздо выше при отсутствии структурных изменений (обструкций) дуги аорты, которые можно устранить только оперативным путем. При проведении ЭхоКГ в ближайшем и отдаленном послеоперационном периоде, реКоАо не обнаруживалась ни в одной из групп. Новые случаи развития АГ также не были зарегистрированы. Результаты 5-летнего периода наблюдений продемонстрировали, что у 6% пациентов II группы произошло развитие АГ, в I группе новых случаев АГ обнаружено не было.

К сожалению, все большее число публикаций подтверждают, что КоАо, особенно в сочетании с гипоплазией дуги аорты, является системной патологией с огромным риском развития АГ в отдаленном периоде. Тем не менее радикальное хирургическое устранение участка обструкции с формированием анатомически правильной формы дуги аорты снижает вероятность и тяжесть развития АГ в отдаленном периоде, что, в свою очередь, позволяет с большей эффективностью осуществить подбор антигипертензивной терапии.

### **Выводы**

1. Хирургическое лечение рекоарктации аорты сопровождалось более высокой частотой послеоперационных осложнений ( $p=0,04$ ). Наиболее распространенным осложнением являлся хилоторакс, который встретился в 6,8% случаев среди пациентов I группы. Несмотря на это, тяжесть и длительность послеоперационного периода не различались между группами. Летальных исходов в исследовании зафиксировано не было.

2. В исследовании не было выявлено неврологических осложнений среди пациентов I группы, что было полностью сопоставимо с результатами первичных вмешательств.

3. За пятилетний период наблюдения число зарегистрированных случаев АГ у прооперированных детей I группы не изменилось, а во II группе выросло на 6%. Сравнение

рисков возникновения АГ в обеих группах по логранговому критерию статистически значимых различий не выявило ( $p=0,23$ ).

4. Резекцию рeKoAo с наложением расширенного косого анастомоза «конец в конец» возможно выполнить у детей в возрасте до 21 мес., а пластику дуги аорты с помощью заплаты - детям до 9,5 лет. У детей старше 9,5 лет необходимо использовать линейные сосудистые протезы.

### Список литературы

1. Kron I.L., Flanagan T.L., Rheuban K.S., Carpenter M.A., Gutgesell Jr H.P., Blackbourne L.H., Nolan S.P. Incidence and risk of reintervention after coarctation repair. *Ann Thorac Surg.* 1990. vol. 49. P. 920-925.
2. Hamid T., Motwani M., Schneider H., Singh Dua J., Hoschtitzky A., Clarke B., Mahadevan V.S. Benefit of endovascular stenting for aortic coarctation on systemic hypertension in adults. *Arch Cardiovasc Dis.* 2015. vol. 108. P. 626-633.
3. Donazzan L., Crepaz R., Stuefer J., Stelling G. Abnormalities of aortic arch shape, central aortic flow dynamics, and distensibility predispose to hypertension after successful repair of aortic coarctation. *World J. Pediatr Congenit Heart Surg.* 2014. vol. 5. P. 546-553.
4. Brown J.W., Ruzmetov M., Hoyer M.H., Rodefeld M.D., Turrentine M.W. Recurrent coarctation: is surgical repair of recurrent coarctation of the aorta safe and effective? *Ann Thorac Surg.* 2009. vol. 88. P. 1923-1931.
5. Ильин А.С., Теплов П.В., Сакович В.А. Коарктация аорты как патология сердечно-сосудистой системы. Наши возможности в хирургии // Сибирское медицинское объединение. 2018. № 3. С. 24-33.
6. Brown M.L., Burkhart H.M., Connolly H.M., Dearani J.A., Cetta F., Li Z., Oliver W.C., Warnes C.A., Schaff H.V. *J. Am Coll Cardiol.* 2013. vol. 62. no. 11. P. 1020-1025.
7. Canniffe C., Ou P., Walsh K., Bonnet D., Celermajer D.. Hypertension after repair of aortic coarctation – systematic review. *Int. J. Cardiol.* 2013. vol. 167. P. 2456-2461.
8. Ruf B., Bonelli V., Balling G., Horer J., Nagdyman N., Braun S.L., Ewert P., Reiter K. Intraoperative renal nearinfrared spectroscopy indicates developing acute kidney injury in infants undergoing cardiac surgery with cardiopulmonary bypass: a case-control study. *Critical Care.* 2015. vol. 19. P. 27.
9. Reyes-Flanders E.N., Herrera-Landero A., Bobadilla- Gonzalez P., Nunez-Enriquez J.C. Risk factors associated with postoperative acute renal failure in pediatric patients undergoing cardiopulmonary bypass surgery. *Revista Chilena de Pediatría.* 2017. vol. 88. P. 209-215.

10. Jo Y.Y., Kim J.Y., Lee J.Y., Choi C.H., Chang Y.J., Kwak H.J. The effect of intraoperative dexmedetomidine on acute kidney injury after pediatric congenital heart surgery: A prospective randomized trial. *Medicine*. 2017. vol. 96. P. e7480.
11. Александрович Ю.С. Оценочные и прогностические шкалы в медицине критических состояний. М.: Издательство «Сотис», 2007. 320 с.