

ОТДАЛЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ХИРУРГИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ ГИПОПЛАЗИИ ДИСТАЛЬНОЙ ЧАСТИ ДУГИ АОРТЫ: ПРОСПЕКТИВНОЕ РАНДОМИЗИРОВАННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Илья Александрович СОЙНОВ, Алексей Викторович ВОЙТОВ, Юрий Юрьевич КУЛЯБИН, Александр Юрьевич ОМЕЛЬЧЕНКО, Наталья Романовна НИЧАЙ, Артем Викторович ГОРБАТЫХ, Алексей Викторович ЗУБРИЦКИЙ, Юрий Николаевич ГОРБАТЫХ

*Сибирский федеральный биомедицинский исследовательский центр имени академика Е.Н. Мешалкина Минздрава России
630055, г. Новосибирск, ул. Речкуновская, 15*

Цель исследования – сравнить результаты различных тактических подходов при хирургическом лечении коарктации аорты в сочетании с гипоплазией дистального отдела дуги. **Материал и методы.** В данном пилотном рандомизированном исследовании приняли участие 54 пациента, которые перенесли оперативное лечение по поводу коарктации аорты. Пациенты были разделены на две группы в зависимости от метода коррекции порока: реконструкция с использованием модифицированной реверсивной пластики левой подключичной артерии (I группа, 27 человек) или с помощью «extended» анастомоза (II группа, 27 пациентов). **Результаты.** Госпитальная летальность составила 3,7 % в каждой группе. Рекоарктация аорты в отдаленном периоде наблюдалась в группе модифицированной реверсивной пластики у одного (3,8 %) пациента, в группе «extended» анастомоза – у двоих (7,7 %, $p = 0,5$). У двоих пациентов (7,7 %) из группы модифицированной реверсивной пластики были зафиксированы аневризмы дистальной части дуги аорты ($p = 0,15$). Артериальную гипертензию в группе модифицированной реверсивной пластики имели 2 (7,7 %) пациента, в группе «extended» анастомоза – 8 (30,8 %, $p = 0,03$). Фактором риска развития артериальной гипертензии являлись фиброэластоз эндокарда и жесткость прекоарктационного участка аорты. **Заключение.** Группы пациентов с модифицированной реверсивной пластикой и «extended» анастомозом сопоставимы по летальности и ранним послеоперационным осложнениям. Тем не менее модифицированная реверсивная пластика снижает частоту резидуальной артериальной гипертензии в средне-отдаленном периоде, однако потенциальный риск развития аневризм дистальной дуги аорты требует дальнейшего изучения.

Ключевые слова: коарктация аорты, гипоплазия дуги аорты, артериальная гипертензия.

Сойнов И.А. – врач-сердечно-сосудистый хирург кардиохирургического отделения врожденных пороков сердца, младший научный сотрудник центра новых хирургических технологий, e-mail: i_sounov@mail.ru

Войтов А.В. – врач-сердечно-сосудистый хирург кардиохирургического отделения врожденных пороков сердца, младший научный сотрудник центра новых хирургических технологий

Кулябин Ю.Ю. – врач-сердечно-сосудистый хирург кардиохирургического отделения врожденных пороков сердца, младший научный сотрудник центра новых хирургических технологий

Омельченко А.Ю. – к.м.н., врач-сердечно-сосудистый хирург кардиохирургического отделения врожденных пороков сердца, научный сотрудник центра новых хирургических технологий

Ничай Н.Р. – к.м.н., врач-сердечно-сосудистый хирург кардиохирургического отделения врожденных пороков сердца, младший научный сотрудник центра новых хирургических технологий

Горбатов А.В. – к.м.н., врач-сердечно-сосудистый хирург кардиохирургического отделения врожденных пороков сердца, младший научный сотрудник центра новых хирургических технологий

Зубрицкий А.В. – врач-сердечно-сосудистый хирург кардиохирургического отделения врожденных пороков сердца, младший научный сотрудник центра новых хирургических технологий

Горбатов Ю.Н. – д.м.н., проф., врач-сердечно-сосудистый хирург кардиохирургического отделения врожденных пороков сердца, ведущий научный сотрудник центра новых хирургических технологий

Коарктация аорты составляет от 5 до 8 % от всех врожденных пороков сердца и часто ассоциируется с другими врожденными аномалиями, такими как гипоплазия дуги аорты [1–3]. С первых операций по устранению коарктации аорты, выполненных Crafoord более 70 лет назад, непосредственные результаты лечения были значительно улучшены [3]. Однако отдаленные результаты нельзя назвать удовлетворительными, клинические проблемы, которые могут сохраняться после коррекции коарктации аорты, включают рекоарктацию, персистирующую артериальную гипертензию, аневризмы аорты и цереброваскулярных сосудов, а также раннюю ишемическую болезнь сердца [4, 5]. Существует мнение, что высокая распространенность осложнений связана с выбранной методикой коррекции и вариантом формирования анастомоза [1, 14]. Предпочтение отдается вариантам аортопластики, исключающим применение чужеродных материалов для сохранения потенциала роста нативной аорты и снижения частоты отдаленных осложнений. Однако даже среди методик реконструкции дуги собственными тканями частота осложнений остается высокой [3, 14]. В настоящее время нет проспективных рандомизированных исследований, однозначно доказывающих преимущество того или иного способа коррекции коарктации аорты с гипоплазией дистальной части дуги аорты. Целью нашего проспективного исследования явилось сравнение двух методов: модифицированной реверсивной пластики и «extended» анастомоза.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В представленном пилотном рандомизированном исследовании выполнена оценка результатов хирургического лечения 54 пациентов первого года жизни с коарктацией и гипоплазией дистальной части дуги аорты, которые перенесли оперативное лечение в клинике Сибирского федерального биомедицинского исследовательского центра им. академика Е.Н. Мешалкина за период с 2013 по 2014 г. Коррекция коарктации с гипоплазией дуги аорты выполнялась двумя методами: с использованием модифицированной реверсивной пластики лоскутом левой подключичной артерии (27 пациентов) и с помощью «extended» анастомоза (27 пациентов); группы были сопоставимы по возрасту, полу, массе и площади поверхности тела, количеству пациентов, имевших фиброэластоз эндокарда (табл. 1). Исследование одобрено локальным этическим комитетом. Письменное информированное согласие получено от всех родителей, все данные обработаны в соответствии с Хельсинкской декларацией 1975 г.

Критерии включения: наличие коарктации аорты в сочетании с гипоплазией дистальной части дуги аорты, коррекция которой возможна без искусственного кровообращения. Критерии исключения: отказ больного от участия в исследовании; выраженная гипоплазия проксимальной дуги аорты; унивентрикулярная гемодинамика; возраст на момент операции старше 12 месяцев; гемодинамический значимый порок аортального клапана; коарктация аорты в сочетании с други-

Таблица 1

Клинико-демографические характеристики пациентов

Характеристика	Модифицированная реверсивная пластика, <i>n</i> = 27	«Extended» анастомоз, <i>n</i> = 27	<i>p</i>
Возраст, дней	63,6 (9,0; 96,0)	67,5 (21,0; 94,0)	0,85
Рост, см	55,6 (50,0; 58,0)	56,3 (51,0; 59,0)	0,91
Вес, кг	3,9 (3,2; 4,2)	4,5 (3,2; 5,1)	0,11
Площадь поверхности тела, м ²	0,24 (0,21; 0,26)	0,25 (0,21; 0,29)	0,35
Количество мальчиков, <i>n</i> (%)	15 (57,7 %)	20 (76,9 %)	0,08
Количество девочек, <i>n</i> (%)	11 (42,3 %)	6 (23,1 %)	0,08
Фиброэластоз эндокарда, <i>n</i> (%)	4 (14,8 %)	7 (25,9 %)	0,31
Количество новорожденных, <i>n</i> (%)	18 (66,7 %)	15 (55,6 %)	0,41
Индекс массы левого желудочка, г/м ²	39,7 (31,0; 44,0)	42,0 (33,0; 47,0)	0,41
Z score проксимальной части дуги аорты	-1,66 (-1,81; -1,26)	-1,71 (-1,90; -1,33)	0,82
Z score дистальной части дуги аорты	-2,95 (-3,42; -2,61)	-2,85 (-3,35; -2,46)	0,67
Z score перешейка аорты	-5,35 (-6,70; -4,33)	-4,9 (-5,79; -4,75)	0,07

ми врожденными пороками сердца, требующими коррекции в условиях искусственного кровообращения; дооперационная патология почек и надпочечников. Первичная конечная точка – персистирующая артериальная гипертензия, вторичные конечные точки – реоперация, эластические свойства аорты, геометрия дуги.

Артериальная гипертензия устанавливалась после трехкратного измерения артериального давления на приеме у детского кардиолога и подтверждалась с помощью суточного мониторинга артериального давления. Критерием диагностики артериальной гипертензии являлось увеличение средних значений систолического или диастолического артериального давления выше 95-го перцентиля распределений этих параметров для соответствующих ростовых показателей в соответствии со всемирными рекомендациями National High Blood Pressure Education Program (NHBPEP) Working Group on High Blood Pressure in Children and Adolescents [24].

Лечение артериальной гипертензии в отдаленном периоде основывалось на рекомендациях NHBPEP Working Group on High Blood Pressure in Children and Adolescents [9]. Модифицированный образ жизни (lifestyle) рекомендовали пациентам со скрытой артериальной гипертензией, которые имели гипертонический ответ во время физического обследования. Пациентам со скрытой артериальной гипертензией, у которых отсутствовала реакция на модифицированный образ жизни, и пациентам с персистирующей артериальной гипертензией назначали антигипертензивные препараты. Целью терапии было достижение величины артериального давления менее 95-го перцентиля. Во всех случаях мы использовали ингибиторы ангиотензинпревращающего фермента в качестве терапии первой линии.

Все пациенты проходили стандартное эхокардиографическое исследование. Диагноз «коарктация и гипоплазия дистальной части дуги аорты» устанавливался в том случае, если отклонение Z score перешейки или дистальной дуги аорты составляло ≤ -2 . Эластические свойства аорты оценивали с помощью трансторакальной эхокардиографии с использованием сканера Vivid 7 (GE Medical, США) в M-режиме на двух уровнях: 1 – проксимальный отдел восходящей аорты, на 5 мм выше синотубулярного гребня, 2 – нисходящая брюшная аорта, проксимальнее чревного ствола; определяли два показателя: растяжимость (D) и индекс ригидности стенки аорты (SI) [16, 27]. Измерения проводили два опытных специалиста по эхокардиографии. Параллельно измеряли артериальное давление на правой руке

и правой ногой с помощью автоматизированного осциллометрического устройства MP90 (Philips Medical Systems, Нидерланды) с педиатрической манжетой с радиусом 7,1–13,1 см и 14–21 см, трижды после небольшого отдыха, следуя международным рекомендациям [24]; для расчетов использовали среднюю величину. С помощью эхокардиографии также определяли массу миокарда левого желудочка согласно рекомендациям Американской национальной образовательной программы по изучению повышенного АД по формуле R.V. Devereux и соавт. [10]. Индекс массы миокарда рассчитывали путем деления массы миокарда левого желудочка на площадь поверхности тела.

В до- и послеоперационном периоде выполнялась мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) с использованием сканера Aquilion ONE (Toshiba Medical System, Япония), в дооперационном периоде – для подтверждения диагноза коарктации и гипоплазии дистальной части дуги аорты, в послеоперационном периоде – для исключения рекоарктации и аневризм аорты. Диагноз аневризмы аорты устанавливался, если диаметр аневризмы превышал диаметр нисходящей аорты на уровне диафрагмы в 1,5 раза. Ремоделирование дуги аорты оценивалось по методу P. Ou и соавт. [21]. Конфигурации дуги аорты оценивались в левой передней косой проекции; готическая дуга характеризовалась острым углом между восходящей и нисходящей аортами, амбразурная дуга – прямоугольной формой дуги, романическая дуга оценивалась как обычная конфигурация дуги с гладкими округлыми контурами.

Оперативное лечение выполнялось двумя опытными хирургами. После катетеризации с целью мониторинга артериального давления правых лучевой и бедренной артерий пациента укладывали на правый бок. Выполнялась заднебоковая торакотомия по 3-му межреберью. Осуществлялась мобилизация нисходящей аорты, дуги аорты до брахиоцефального ствола, а также на протяжении 3–4 см выделялась левая подключичная артерия. Открытый артериальный проток лигировался у аортального и легочного конца, после чего проток пересекался. Аортальные зажимы накладывались следующим образом: проксимальный – сразу после отхождения брахиоцефального ствола, дистальный – на нисходящую аорту на 2–3 см ниже суженного участка аорты. У 27 пациентов выполнялся «extended» анастомоз [11], и у 27 пациентов формирование расширенного косоанастомоза под дугу было дополнено реверсивной пластикой дистальной дуги лоскутом левой подключичной артерии [23].

Количественные переменные представлены в виде медианы (25; 75 процентиль), если не указано другое, качественные переменные – в виде чисел (%). Для межгрупповых сравнений использовали тест Манна – Уитни, критерий χ^2 , точный критерий Фишера. Сравнение трех и более независимых групп по одному количественному признаку выполняли с помощью рангового анализа вариаций по Краскелу – Уоллису. При выявлении статистически значимых различий проводили парное сравнение групп с использованием непараметрического теста Манна – Уитни с поправкой Бонферрони для преодоления проблем множественных сравнений. Анализ выживаемости в отношении свободы от возврата артериальной гипертензии и рекоарктации аорты выполняли с применением метода Каплана – Майера, кривые выживаемости сравнивали с помощью логрангового теста. Предикторные переменные в отношении бинарных исходов выявляли с использованием простой и множественной логистической регрессии. Регрессия пропорциональных рисков Кокса использовалась для оценки связи между одной и более непрерывными или категориальными переменными и временем до наступления

неблагоприятного события. Уровень значимости для всех используемых методов установлен как $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Госпитальная летальность составила 2 (3,7%) случая, по одному в каждой группе ($p > 0,99$). Основные показатели эластических свойств аорты в различные сроки наблюдения представлены в табл. 2, из которой видно, что группы достоверно различались по показателям ригидности и эластичности в прекоарктационном участке аорты через 6, 12, 24 мес. после операции. В посткоарктационном участке аорты обнаружены различия между группами по ригидности и растяжимости через 12 мес. после операции, а также по растяжимости через 6 мес., и не было различий через 24 мес.

Послеоперационный период наблюдения составил 25 (21; 30) мес. При оценке эхокардиографических параметров через 12 мес. индекс массы миокарда в группе модифицированной реверсивной пластики составил 49,3 (44; 59,5) г/м², в группе «extended» анастомоза – 62,8 (52; 73) г/м²

Таблица 2

Эластические свойства восходящей и нисходящей аорты пациентов

Характеристика		Модифицированная реверсивная пластика, n = 26	«Extended» анастомоз, n = 26	p
Восходящая аорта				
До операции	Ригидность	4,5 (3,9; 4,9)	4,5 (3,7; 5,0)	0,91
	Растяжимость	47,9 (43,0; 54,0)	47,0 (40,0; 54,0)	0,76
После операции	Ригидность	2,5 (2,3; 2,9)	2,6 (2,3; 3,1)	0,38
	Растяжимость	87,5 (70,0; 97,0)	82,4 (66,0; 97,0)	0,42
6 мес.	Ригидность	2,7 (2,2; 3,3)	3,3 (2,8; 3,7)	< 0,01
	Растяжимость	82,4 (62,0; 100,0)	61,7 (54,5; 73,0)	< 0,01
12 мес.	Ригидность	3,3 (3,0; 3,9)	3,9 (3,1; 4,3)	< 0,01
	Растяжимость	66,2 (55,0; 76,0)	53,7 (45,0; 64,0)	< 0,01
24 мес.	Ригидность	3,5 (3,0; 4,3)	4,0 (3,5; 4,4)	0,04
	Растяжимость	59,3 (46,0; 68,0)	49,2 (42,0; 57,0)	< 0,01
Нисходящая аорта				
До операции	Ригидность	2,0 (1,6; 2,3)	1,9 (1,6; 2,2)	0,22
	Растяжимость	151,0 (131,0; 165,0)	148,0 (138,0; 159,0)	0,54
После операции	Ригидность	1,9 (1,5; 2,1)	1,8 (1,6; 2,0)	0,22
	Растяжимость	118,5 (96,0; 136,0)	125,9 (109,0; 147,0)	0,32
6 мес.	Ригидность	2,1 (1,9; 2,4)	2,2 (2,0; 2,4)	0,19
	Растяжимость	108,86 (85; 126)	91,34 (82,5; 99,5)	0,02
12 мес.	Ригидность	2,3 (2,0; 2,6)	2,5 (2,3; 2,7)	0,02
	Растяжимость	94,5 (85,0; 102,0)	83,5 (71,0; 95,0)	0,03
24 мес.	Ригидность	2,4 (2,2; 2,6)	2,5 (2,2; 2,6)	0,95
	Растяжимость	88,0 (80,0; 96,0)	83,7 (73,0; 88,0)	0,41

($p = 0,006$). Ремоделирование дуги аорты оценивали с помощью МСКТ исследования через 23 (20; 27) мес. после операции. Готическую дугу имели 4 (15,3 %) пациента с «extended» анастомозом, в то время как в группе модифицированной реверсивной пластики случаев готической дуги не отмечено ($p = 0,01$). Амбразурная дуга была у 9 (34,6 %) пациентов с модифицированной реверсивной пластикой и у 8 (30,7 %) пациентов с «extended» анастомозом ($p = 0,7$), романическая – соответственно у 17 (65,4 %) и 14 (53,8 %) ($p = 0,2$).

Осложнения в отдаленном периоде имелись у 15 пациентов (28,8 %). Стеноз устья сонной артерии и окклюзия подключичной артерии встречались у одного (3,8 %) маловесного (1,8 кг) пациента в группе модифицированной реверсивной пластики ($p = 0,3$). В этом случае стеноз сонной артерии был успешно устранен путем баллонной дилатации, реканализация подключичной артерии не выполнялась, отклонений в росте и функции левой верхней конечности не выявлено. Аневризма аорты возникла у двух (7,7 %) детей, оба случая приходились на группу пациентов с реверсивной пластикой. При анализе аневризм аорты не выявлено достоверной разницы между группами ($p = 0,15$) (рис. 1). Рекоарктация аорты в отдаленном периоде наблюдалась у трех (5,7 %) пациентов: у одного (3,8 %) – после модифицированной реверсивной пластики и у двоих (7,7 %) – после «extended» анастомоза ($p = 0,5$). Единственным фактором риска рекоарктации аорты был малый вес пациента, отношение шансов 0,016 (95%-й доверительный интервал ДИ 0,001–

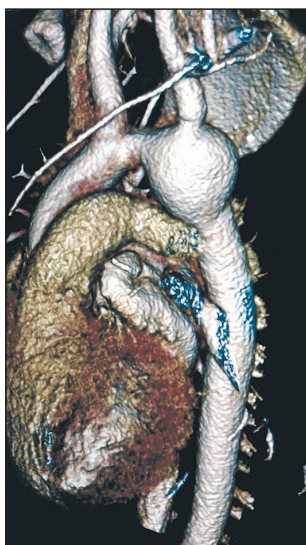


Рис. 1. Аневризма аорты после модифицированной реверсивной пластики левой подключичной артерии

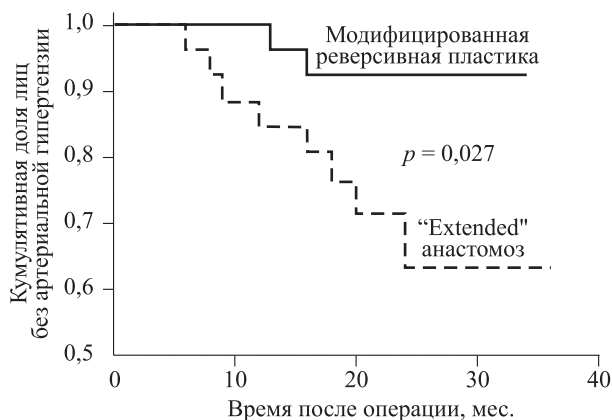


Рис. 2. Свобода от артериальной гипертензии после модифицированной реверсивной пластики и «extended» анастомоза

0,510), $p = 0,047$. Все случаи рекоарктации были устранены путем баллонной ангиопластики.

Самым частым осложнением отдаленного периода явилась артериальная гипертензия, которая имела у 19,2 % пациентов. В группе модифицированной реверсивной пластики артериальная гипертензия выявлена у двух (7,7 %) пациентов, в группе «extended» анастомоза – у восьми (30,8 %) ($p = 0,03$), при этом артериальная гипертензия, требующая приема лекарственных препаратов, диагностирована у четырех (15,4 %) больных только в группе «extended» анастомоза ($p = 0,02$). Остальные пациенты имели скрытую артериальную гипертензию: в группе модифицированной реверсивной пластики – два (7,7 %) человека, в группе «extended» анастомоза – четыре (15,4 %) ($p = 0,2$). Оценка свободы от артериальной гипертензии представлена на рис. 2, факторы риска артериальной гипертензии – в табл. 3. Одним из факторов риска, который влиял на персистенцию артериальной гипертензии, являлся фиброэластоз: каждый случай фиброэластоза повышал риск ее возникновения в 211,8 раза. Вторым фактором риска служила ригидность стенки восходящей аорты в период наблюдения 12 мес.: на каждую единицу индекса ригидности стенки восходящей аорты шанс развития артериальной гипертензии увеличивался в 28,5 раза.

ОБСУЖДЕНИЕ

Достижения в области интенсивной терапии, анестезиологического обеспечения у новорожденных пациентов и младенцев с коарктацией аорты позволяют выполнить любой метод ее хирургической коррекции с минимальной летальностью [14]. Тем не менее по-прежнему остается много споров о выборе метода хирургической коррекции коарктации аорты, где учитывается не

Таблица 3

Однофакторный и многофакторный анализ Кокса для артериальной гипертензии

Признак	Однофакторный анализ		Многофакторный анализ	
	Относительный риск (95%-й ДИ)	<i>p</i>	Относительный риск (95%-й ДИ)	<i>p</i>
Группа с «extended» анастомозом по отношению к группе с модифицированной реверсивной пластикой	4,8 (1,0; 22,7)	0,047		
Фиброэластоз	25,4 (4,8; 135,0)	0,0001	211,8 (4,4; 1013,0)	0,007
Ригидность восходящей аорты через 24 мес. после операции	12,5 (3,8; 40,9)	0,0001	28,5 (2,3; 342,0)	0,032
Растяжимость восходящей аорты через 24 мес. после операции	0,86 (0,81; 0,92)	0,0001		
Готическая дуга	24,0 (6,2; 92,9)	0,0001		
Индекс массы миокарда	1,4 (1,2; 1,7)	0,0001		

только летальность, но и отдаленные осложнения, такие как артериальная гипертензия, рекоарктация и аневризмы аорты [1–3, 9, 14].

В своем пилотном рандомизированном исследовании мы впервые сравниваем две хирургические техники коррекции коарктации и гипоплазии дистальной дуги аорты: модифицированную реверсивную пластику и «extended» анастомоз. Госпитальная летальность составила 3,7 % в каждой группе, что сопоставимо с данными других исследований [3, 14]. Основной причиной летального исхода послужил некротический энтероколит у маловесных детей, который развился на 3 сутки после операции у пациента с модифицированной реверсивной пластикой и на 5 день у пациента с «extended» анастомозом. На аутопсии у обоих больных выявлен тотальный некроз тонкого и толстого кишечника.

Резидуальная артериальная гипертензия в отдаленном периоде после 24-часового мониторинга имела у 19,2 % пациентов. Высокая частота (18–50 %) артериальной гипертензии отмечена во многих исследованиях [1–3], в том числе и J.J. O'Sullivan и соавт. [20], которые, как и мы, анализировали результаты хирургического лечения коарктации аорты у пациентов, оперированных в возрасте до 12 мес. [20]. Мы установили, что 11,5 % пациентов от общей когорты больных имели скрытую артериальную гипертензию и лишь 7,7 % – стойкую гипертензию, требующую приема гипотензивных препаратов. A. Nager и соавт. [12] продемонстрировали несколько иные результаты (25 % случаев стойкой гипертензии и 10 % – скрытой), однако их когорта больных включала как детей раннего возраста, так и взрослых пациентов. Мы считаем, что данный факт можно связать с ростом ребенка, когда скрытая артериальная гипертензия может переходить в стойкую

форму. Этому может способствовать ремоделирование дуги аорты или прогрессирующее снижение упругоэластических свойств стенки аорты [4, 5, 16, 18, 22, 27].

Ряд авторов отмечает, что риск развития резидуальной артериальной гипертензии в отдаленном периоде зависит от техники формирования анастомоза [1, 2, 9, 17]. В нашем исследовании пациенты с «extended» анастомозом имели более высокую частоту развития резидуальной артериальной гипертензии в отдаленном периоде, в сравнении с группой реверсивной пластики. Высокая частота артериальной гипертензии (21–35 %) после «extended» анастомоза продемонстрирована во многих исследованиях [2, 3, 20, 26, 29], в то время как таких данных для реверсивной пластики в мировой литературе не представлено. Комплекс факторов, таких как дисфункция левого желудочка и жесткость восходящей дуги аорты, напрямую влияет на развитие артериальной гипертензии.

Предикторами артериальной гипертензии в нашем исследовании были жесткость стенки прекоарктационного участка аорты и фиброэластоз эндокарда. Фиброэластоз эндокарда часто ассоциируется с коарктацией аорты и в той или иной степени приводит к дисфункции левого желудочка [13]. Существует ряд исследований, которые показывают влияние дисфункции и гипертрофии левого желудочка на артериальную гипертензию [7, 18]. Возможно, такие пациенты в связи с высоким сопротивлением левого желудочка имеют концентрическую гипертрофию, которая часто коррелирует с артериальной гипертензией [8]. Изменения эластично-коллагенового каркаса у пациентов с коарктацией аорты впервые были описаны в 1989 г., что явилось прорывом в понимании патологического процесса артериальной

гипертензии [2]. Как правило, у подобных пациентов наблюдаются морфофункциональные нарушения со стороны крупных артерий: патология гладких миоцитов, коллагена и эластина, что влияет на растяжимость и ригидность стенки аорты [4, 5, 16, 18, 22, 27].

По мнению ряда авторов, высокая жесткость и низкая эластичность аорты у данной когорты пациентов имеются уже с рождения [16, 27]. М. Vogt и соавт. в своем исследовании предполагают, что такие дети имеют генетический дефект, который приводит как к возникновению коарктации, так и к нарушению эластических свойств аорты [27]. Кроме того, генетическая теория находит объяснение и у морфологов, которые выявили высокое содержание волокон коллагена и низкое – эластина и гладких миоцитов у новорожденных с коарктацией аорты, в отличие от детей, не имеющих врожденную патологию аорты [18].

В настоящее время остается неясным, влияет ли метод коррекции коарктации аорты на упруго-эластические свойства стенки аорты в послеоперационном периоде. Проведенные ранее исследования показывают противоречивые результаты, что может быть связано с типом коррекции порока. Так, М. de Divitiis и соавт. показали, что эластические свойства артерий после ранней операции улучшаются, но с пониженной реакционной способностью [9]. В то же время А. Kuhn и соавт. продемонстрировали, что эластические свойства после операции восстанавливаются за счет устранения механического препятствия, и в течение трех лет упругоэластические свойства становятся такими же, как были до операции [16].

В нашем исследовании пациенты после реверсивной пластики имели более высокие показатели упругоэластических свойств аорты, чем пациенты после «extended» анастомоза. Снижение упругоэластических свойств аорты в различные сроки наблюдения после коррекции коарктации аорты мы связываем с послеоперационным ремоделированием дуги аорты. Проведя МСКТ исследование через 12 мес. после операции, мы выявили, что готическая дуга наблюдалась у 15 % пациентов с «extended» анастомозом, в то время как у пациентов с реверсивной пластикой она отсутствовала. Р. Оу и соавт. отметили [22], что больные с готической дугой имеют худшие показатели упругоэластических свойств аорты и более толстую стенку прекоарктационного участка аорты по сравнению с пациентами, имеющими романическую дугу.

В нашем исследовании группы не различались по частоте развития рекоарктации. Существуют предположения, что ее предикторами служат остаточная дуктальная ткань [6], низкая

масса тела (менее 3 кг) [19], остаточная гипоплазия дуги [15]; единственным выявленным нами фактором риска являлась низкая масса тела. Находкой в нашем исследовании явилось развитие двух случаев аневризм в дистальной части дуги аорты у пациентов с реверсивной пластикой, при их повторном оперировании установлено, что в обоих случаях зоной локализации был подключичный лоскут. Подобные случаи уже были описаны, однако причина образований аневризм аорты при пластике подключичным лоскутом не ясна, возможно, это остаточная дуктальная ткань или слабость стенки подключичной артерии [25, 28]; собственные результаты дают нам основание поддерживать вторую точку зрения [25, 28].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Пациенты с модифицированной реверсивной пластикой и «extended» анастомозом сопоставимы в летальности и ранних послеоперационных осложнениях. Модифицированная реверсивная пластика снижает частоту резидуальной артериальной гипертензии в среднеотдаленном периоде, однако потенциальный риск развития аневризм дистальной дуги аорты требует дальнейшего изучения.

ОГРАНИЧЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Настоящее проспективное рандомизированное исследование выполнено на базе одного центра. Мы осознаем, что период наблюдения 24 мес. невелик, для полноты исследования не хватает отдаленных результатов на контрольной точке в 5 лет.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы благодарят Сергея Михайловича Иванцова и Эльяра Бахрам Оглы за помощь в подготовке и написании статьи.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявили об отсутствии потенциального конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горбатов Ю.Н., Синельников Ю.С., Сойнов И.А. и др. Хирургическая коррекция аномалий дуги аорты у младенцев в условиях искусственного кровообращения // Хирургия. 2015. (8). 18–21.
2. Сойнов И.А., Синельников Ю.С., Горбатов А.В. и др. Артериальная гипертензия у пациен-

тов после коррекции коарктации и гипоплазии дуги аорты // Патология кровообращения и кардиохирургия. 2015. (2). 102–113.

3. Сойнов И.А., Синельников Ю.С., Корнилов И.А. и др. Хирургическая коррекция коарктации аорты с гипоплазией дистальной дуги у пациентов раннего возраста // Патология кровообращения и кардиохирургия. 2016. (2). 66–73.

4. Сойнов И.А., Синельников Ю.С., Ничай Н.Р. и др. Жесткость и эластичность восходящей и нисходящей аорты после хирургической коррекции коарктации аорты // Сиб. науч. мед. журн. 2016. 36. (6). 53–59.

5. Сойнов И.А., Синельников Ю.С., Омельченко А.Ю. и др. Эластические свойства аорты у пациентов после различных вариантов коррекции коарктации аорты: результаты проспективного когортного исследования // Артериал. гипертензия. 2016. 22. (5). 466–475.

6. Cobanoglu A., Teply J.F., Grunkemeier G.L. et al. Coarctation of the aorta in patients younger than three months: a critique of the subclavian flap operation // J. Thorac. Cardiovasc. Surg. 1985. 89. 128–135.

7. Crepaz R., Cemin R., Romeo C. et al. Factors affecting left ventricular re-modelling and mechanics in the long term follow-up after successful repair of coarctation of the aorta // Cardiol. Young. 2005. 15. 160–167.

8. De Divitiis M., Pilla C., Kattenhorn M. et al. Ambulatory blood pressure, left ventricular mass, and conduit artery function late after successful repair of coarctation of the aorta // J. Am. Coll. Cardiol. 2003. 41. 2259–2265.

9. De Divitiis M., Pilla C., Kattenhorn M. et al. Vascular dysfunction after repair of coarctation of the aorta: impact of early surgery // Circulation. 2001. 104. 165–170.

10. Devereux R.B., Alonso D.R., Lutas E.M. et al. Echocardiographic assessment of left ventricular hypertrophy: comparison to necropsy findings // Am. J. Cardiol. 1986. 57. 450–458.

11. Gargiulo G., Pace Napoleone C., Angeli E. et al. Neonatal coarctation repair using extended end-to-end anastomosis // Multimed. Man Cardiothorac. Surg. 2008. 328. ID mmcts. 2007.002691.

12. Hager A., Kanz S., Kaemmerer H. et al. Coarctation long term follow up: significance of arterial hypertension in a cohort of 404 patients up to 27 years after surgical resection of isolated coarctation even in the absence of recardation and prosthetic material // J. Thorac. Cardiovasc. Surg. 2007. 134. 738–45.

13. Kaplinski M., Cohen M.S. Characterising adequacy or inadequacy of the borderline left ventricle: what tools can we use? // Cardiol. Young. 2015. 25. (8). 1482–1488.

14. Kaushal S., Backer C.L., Patel J.N. et al. Coarctation of the aorta: midterm outcomes of resec-

tion with extended end-to-end anastomosis // Ann. Thorac. Surg. 2009. 88. (6). 1932–1938.

15. Kubota H., Camilleri L., Legault B. et al. Surgical correction of the hypoplastic aortic arch by the subclavian free flap method in the neonate // J. Thorac. Cardiovasc. Surg. 1998. 116. 519–521.

16. Kuhn A., Baumgartner C., Horer J. et al. Impaired elastic properties of the ascending aorta persist within the first three years of neonatal coarctation repair // Pediatr. Cardiol. 2009. 30. 46–51.

17. Luijendijk P., Bouma B.J., Vriend J.W. et al. Usefulness of exercise-induced hypertension as predictor of chronic hypertension in adults after operative therapy for aortic isthmus coarctation in childhood // Am. J. Cardiol. 2011. 108. (3). 435–439.

18. Machii M., Becket A. Hypoplastic aortic arch morphology pertinent to growth after surgical correction of aortic coarctation // Ann. Thorac. Surg. 1997. 64. 516–520.

19. McElhinney D.B., Yang S., Hogarty A., Rychik J. et al. Recurrent arch obstruction after repair of isolated coarctation of the aorta in neonates and young infants: Is low weight a risk factor? // J. Thorac. Cardiovasc. Surg. 2001. 122. 883–890.

20. O'Sullivan J.J., Derrick G., Darnell R. Prevalence of hypertension in children after early repair of coarctation of the aorta: a cohort study using casual and 24 hour blood pressure measurement // Heart. 2002. 88. 163–166.

21. Ou P., Bonnet D., Auriacombe L. et al. Late systemic hypertension and aortic arch geometry after successful repair of coarctation of the aorta // Eur. Heart J. 2004. 25. 1853–1859.

22. Ou P., Celermajer D.S., Mousseaux E. et al. Vascular remodeling after «successful» repair of coarctation: impact of aortic arch geometry // J. Am. Coll. Cardiol. 2007. 49. 883–890.

23. Sinelnikov Y.S., Gorbatyh A.V., Ivantsov S.M. et al. Reverse subclavian flap repair and maintenance of antegrade blood flow within the left subclavian artery in neonates with aortic coarctation and distal arch hypoplasia // Heart Surg. Forum. 2013. 16. (1). 52–56.

24. The fourth on the diagnosis and treatment of the high blood pressure in children and adolescents. National High Blood Pressure Education Program Working Group on High Blood Pressure in Children and Adolescents // Pediatrics. 2004. 114. (2). 555–576.

25. Theodore S., Varma P.K., Neema P.K. et al. Late aneurysm formation with destruction of the left lung after subclavian flap angioplasty for coarctation of aorta // J. Thorac. Cardiovasc. Surg. 2005. 129. 468–469.

26. Toro-Salazar O.H., Steinberger J., Thomas W. et al. Long-term follow-up of patients after coarctation of the aorta repair // Am. J. Cardiol. 2002. 89. (5). 541–547.

27. Vogt M., Kühn A., Baumgartner D. et al. Impaired elastic properties of the ascending aorta in newborns before and early after successful coarctation repair: proof of a systemic vascular disease of the prestenotic arteries? // *Circulation*. 2005. 111. 3269–3273.
28. Walhout R.J., Lekkerkerker J.C., Oron G.H. et al. Comparison of polytetrafluoroethylene patch aortoplasty and end-to-end anastomosis for coarctation of the aorta // *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2003. 126. (2). 521–528.
29. Wright G.E., Nowak C.A., Goldberg C.S. et al. Extended resection and end-to-end anastomosis for aortic coarctation in infants: results of a tailored surgical approach // *Ann. Thorac. Surg.* 2005. 80. (4). 1453–1459.

LATE OUTCOMES OF SURGICAL REPAIR OF DISTAL AORTIC ARCH HYPOPLASIA: PROSPECTIVE RANDOMIZED STUDY

Ilya Alexandrovich SOYNOV, Alexey Viktorovich VOYTOV,
Yuriy Yuryevich KULYABIN, Alexandr Yuryevich OMEL'CHENKO,
Nataliya Romanovna NICHAY, Artem Viktorovich GORBATYKH,
Alexey Viktorovich ZUBRITSKIY, Yuriy Nikolaevich GORBATYKH

*Siberian Federal Biomedical Research Center n.a. academician E.N. Meshalkin of Minzdrav of Russia
630055, Novosibirsk, Rechkunovskaya str., 15*

Aim of the study – to compare the results of different surgical approaches through repair of the aorta coarctation with distal aortic arch hypoplasia. **Material and methods.** 54 patients underwent surgical treatment of the aorta coarctation took part in this pilot randomized study. Patients were divided in two groups: modified reverse subclavian flap aortoplasty (I group, 27 pts) and extended «end-to-end» anastomosis technique (II group, 27 pts). **Results.** In-hospital mortality was 3.7 % in each group. Recoarctation of the aorta in the late follow-up period was developed in 1 patient from group I (3.84 %) and in 2 patients from group II (7.7 %) ($p = 0.5$). Two patients from group I had aneurysms of the distal aortic arch ($p = 0.15$). Arterial hypertension was developed in 2 patients underwent modified reverse aortoplasty (7.7 %) and in 8 patients underwent extended anastomosis (30.8 %) ($p = 0.03$). **Conclusions.** Modified reverse subclavian flap aortoplasty and extended «end-to-end» anastomosis have no significant differences in morbidity and rate of early postoperative complications. Nevertheless, using of modified reverse aortoplasty allows reducing the rate of arterial hypertension development in midterm period, however there is a potential risk of development of the aneurysm of distal aortic arch, which may require further study.

Key words: coarctation of the aorta, aortic arch hypoplasia, arterial hypertension.

Soynov I.A. – cardiothoracic surgeon of department of congenital cardiac surgery, researcher of center of new surgical technologies, e-mail: i_soynov@mail.ru

Voytov A.V. – cardiothoracic surgeon of department of congenital cardiac surgery, junior researcher of center of new surgical technologies

Kulyabin Yu.Yu. – cardiothoracic surgeon of department of congenital cardiac surgery, junior researcher of center of new surgical technologies

Omel'chenko A.Yu. – candidate of medical sciences, cardiothoracic surgeon of department of congenital cardiac surgery, researcher of center of new surgical technologies

Nichay N.R. – candidate of medical sciences, cardiothoracic surgeon of department of congenital cardiac surgery, junior researcher of center of new surgical technologies

Gorbatykh A.V. – candidate of medical sciences, cardiothoracic surgeon of department of congenital cardiac surgery, junior researcher of center of new surgical technologies

Zubritskiy A.V. – cardiothoracic surgeon of department of congenital cardiac surgery, junior researcher of center of new surgical technologies

Gorbatykh Yu.N. – doctor of medical sciences, cardiothoracic surgeon of department of congenital cardiac surgery, leading researcher of center of new surgical technologies