

УДК 616.132.15-007.271-089-06

## РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ МОДИФИЦИРОВАННОЙ РЕВЕРСИВНОЙ ПЛАСТИКИ ЛОСКУТОМ ЛЕВОЙ ПОДКЛЮЧИЧНОЙ АРТЕРИИ У ПАЦИЕНТОВ С КОАРКТАЦИЕЙ АОРТЫ В СОЧЕТАНИИ С ГИПОПЛАЗИЕЙ ДИСТАЛЬНОГО ОТДЕЛА ДУГИ АОРТЫ

М.С. КШАНОВСКАЯ<sup>1</sup>, Ю.С. СИНЕЛЬНИКОВ<sup>2</sup>, И.А. СОЙНОВ<sup>1</sup>, А.В. ГОРБАТЫХ<sup>1</sup>,  
И.А. КОРНИЛОВ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение «Новосибирский научно-исследовательский институт патологии кровообращения имени академика Е.Н. Мешалкина» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Новосибирск, Россия

<sup>2</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии имени С.Г. Суханова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Пермь, Россия

**Цель.** Оценить отдаленные результаты модифицированной методики реверсивной пластики у младенцев с коарктацией аорты в сочетании с гипоплазией дистального отдела дуги.

**Материалы и методы.** 64 пациентам в возрасте до 1 года, была выполнена коррекция коарктации аорты с гипоплазией дистального отдела дуги. Пациенты были разделены на 2 группы: I – пациенты, коррекция которым выполнялась модифицированным методом реверсивной пластики лоскутом левой подключичной артерии (n=32); II – пациенты, коррекция которым выполнялась методом расширенного анастомоза (n=32). Средний диаметр аорты на уровне дистального отдела дуги аорты составил  $5,1 \pm 0,1$  и  $5,5 \pm 1,8$  ( $p=0,51$ ), пиковый градиент на уровне перешейка  $46,6 \pm 31,03$  и  $48,4 \pm 32,01$  ( $p=0,7$ ). Для уточнения степени гипоплазии выполнялись МСКТ аорты с контрастированием и расчет показателя Z score дуги аорты.

**Результаты.** Четырехлетняя кумулятивная выживаемость составила 95,9 % для I группы и 95,6 % – для II группы. В отдаленном периоде диаметр перешейка во II группе достоверно отличался в сравнении с I группой  $0,98 \pm 0,4$  мм и  $1,2 \pm 0,86$  мм соответственно ( $p=0,003$ ). Свобода от рекоарктации в отдаленном периоде составила 98,2 % для пациентов I группы и 96,3 % для пациентов II группы и статистически достоверно не различалась. При сравнении отдаленных результатов отмечалось статистически значимое преобладание артериальной гипертензии во II группе ( $p=0,0034$ ); градиента давления на уровне перешейка в I группе –  $12,2 \pm 1,06$  и во II –  $15,5 \pm 1,89$  ( $p=0,002$ ); гипертрофия миокарда левого желудочка, во II группе – 10 (40%) случаев, в сравнении с I группой – 2 (8%) ( $p=0,003$ ).

**Выводы.** Модифицированная методика реверсивной пластики лоскутом подключичной артерии ассоциируется с лучшими морфо-функциональными результатами в отдаленном периоде.

**Ключевые слова:** коарктация аорты, гипоплазия дуги, рекоарктация

## RESULTS OF THE APPLICATION OF MODIFIED METHOD OF REVERSE SUBCLAVIAN FLAP AORTOPLASTY OF THE LEFT SUBCLAVIAN ARTERY FOR COARCTATION OF AORTA COMBINED WITH HYPOPLASIA OF THE DISTAL AORTIC ARCH.

M.S. KSHANOVSKAYA<sup>1</sup>, YU.S. SINELNIKOV<sup>2</sup>, I.A. SOINOV<sup>1</sup>, A.V. GORBATYCH<sup>1</sup>,  
I.A. KORNILOV<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Novosibirsk State Research Institute of Circulation Pathology, n.a. E.N. Meshalkin, Novosibirsk, Russia .

<sup>2</sup>Federal Center of Cardiac Surgery, Perm, Russia

**The purpose:** This study evaluates long-term results of modified method of reverse subclavian flap aortoplasty, of infants with coarctation of the aorta combined with hypoplasia of the distal aortic arch.

**Materials and methods.** 64 patients under the age of 1 year, correction of aortic coarctation with hypoplasia of the distal arch department was performed. Patients were divided into 2 groups: the 1st group included patients, whose correction was made by modified method of reverse subclavian flap aortoplasty of the left subclavian artery (n=32); the 2nd one included patients, whose correction was made by the method of extended anastomosis (n=32). Average diameter of aorta at the level of distal aortic arch was  $5.1 \pm 0.1$  and  $5.5 \pm 1.8$  ( $p=0.51$ ), peak gradient at the level of isthmus was  $46.6 \pm 31.03$  and  $48.4 \pm 32.01$  ( $p=0.7$ ). All patients underwent CAT scanning of aorta

together with opacification, and Z score of aortic arch was calculated to clarify the level of hypoplasia.

**Results.** Four-year cumulative survival rate was 95.9% in the 1st group and 95.6% in the 2nd group. In the distant period, isthmus diameter in the 2nd group was significantly different from the one in the 1st group, and was  $0.98 \pm 0.4$  mm and  $1.2 \pm 0.86$  mm correspondingly ( $p=0.003$ ). For patients from the 1st group, freedom from re-coarctation in distant period was 98.2%, while it was 96.3% for patients from the 2nd group, and it was not fairly different from statistical point of view. While comparing the long-term results, statistically significant prevalence of hypertension in the 2nd group ( $p=0,0034$ ) was observed; pressure gradient in the 1st group at the level of isthmus was  $12.2 \pm 1.06$  and in the 2nd group it was  $15.5 \pm 1.89$  ( $p=0.002$ ); cases of hypertrophy of myocardium of the left ventriculus -10 (40%) in comparison with the 1st group, where they were 2 (8%) ( $p=0,003$ ).

**Conclusions.** Modified method of reverse subclavian flap aortoplasty of the subclavian artery exhibits results, which can be compared to those of the method of extended anastomosis.

**Key words:** coarctation of aorta, hypoplasia of the arch, re-coarctation

## Введение

Сочетание коарктации аорты с гипоплазией дуги аорты встречается в 70% [10]. Наиболее часто встречается гипоплазия дистального отдела дуги аорты – 42% случаев, гипоплазия проксимального отдела выявляется в 40% случаев и в 18% встречается гипоплазия перешейка [8,13]. Выбор оптимальной хирургической коррекции коарктации аорты с гипоплазией дуги остается спорным [4]. В ННИИПК им. Е.Н.Мешалкина была разработана новая оригинальная технология, представляющая собой модифицированную реверсивную пластику дистальной дуги лоскутом левой подключичной артерии по Meier. Способ, предложенный нами, позволяет выполнить устранение коарктации аорты, расширить гипоплазированную дистальную часть аорты, а также сохранить кровообращение по левой подключичной артерии. Мы полагаем, что предложенный метод коррекции является более благоприятным для пациента, так как полностью сохраняет нормальное физиологическое кровообращение левой верхней конечности. Выполнение реконструкции по данной методике позволяет полностью устранить препятствие кровотоку, а также избежать таких осложнений, как стил-синдром, что дает возможность применения этой методики не только у новорожденных, но и у более старших пациентов [1, 2, 12].

В данном исследовании представлена оценка отдаленных результатов применения модифицированной методики реверсивной пластики лоскутом подключичной артерии с сохранением кровотока в левой верхней конечности в сравнении с методом расширенного анастомоза.

## Материалы и методы.

В исследовании использован материал ННИИПК имени академика Е.Н.Мешалкина, основанный на результатах оценки хирургического лечения 64 пациентов раннего возраста с коарктацией аорты в сочетании с гипоплазией дистального отдела дуги в период с 2011 по 2015 годы.

В зависимости от способа хирургической коррекции все пациенты были разделены на две группы:

- I группа – пациенты, коррекция которым выполнялась методом модифицированной реверсивной пластики лоскутом левой подключичной артерии;
- II группа – это пациенты, коррекция которым выполнялась методом расширенного анастомоза.

Выбор метода хирургической коррекции основывался на данных инструментальных методов исследования.

Исследование сердечно-сосудистой системы включало клиническую оценку состояния больных, анамнез, ЭКГ, трансторакальную ЭхоКГ. С целью уточнения анатомии, степени гипоплазии дуги аорты всем пациентам до операции выполнялась МСКТ аорты с контрастированием.

Средний возраст больных составил  $2,1 \pm 1,02$  месяцев в I – группе и  $2,7 \pm 1,8$  месяцев во II группе ( $p=0.45$ ). Мальчики составили 67,1 %, а девочки – 32,8 %. Площадь поверхности тела рассчитывалась по формуле Mosteller RD, составила  $0,22 \pm 0,13$  м<sup>2</sup> в I группе и  $0,27 \pm 0,19$  м<sup>2</sup> во II группе. По возрастным, гендерным и антропометрическим данным статистически достоверной разницы между группами не выявлено.

Изолированная коарктация аорты с гипоплазией дуги выявлена в 38 случаях (59,3 %). Дефект межжелудочковой перегородки (ДМЖП) был диагностирован в 26 (40,6 %) случаев. Размер дефекта оценивался в сопоставлении с диаметром клапанного кольца аорты, при равном по размеру или более – большой. 14 (21,8 %) пациентам с ДМЖП была выполнена паллиативная коррекция в объеме устранения коарктации аорты и операции Mullera.

При оценке дистальной части дуги аорты выявлена статистически значимая разница между группами. Средний показатель дистальной части дуги аорты в I группе составил  $0,55 \pm 0,1$  мм и  $0,7 \pm 0,1$  мм во II группе,  $p=0,001$ .

Тубулярная гипоплазия дуги аорты выявлена в 14 (43,7 %) случаев в I группе и в 9 (28,1%) случаях во II группе.

Для оценки степени гипоплазии выполнялись расчеты Z-score. Расчеты основаны на показателе Z-value, т.е. величины, которая определяется как число стандартных (сигмальных) отклонений от нормального значения размера для данной площади поверхности тела. Значение Z-value < -2 свидетельствует о выраженной гипоплазии. Расчет Z-score показал значение < -2 в 100 % случаев, что говорит о выраженной гипоплазии расчетного участка дуги аорты. Сравнительная предоперационная характеристика пациентов представлена в таблице 1.

Таблица 1

**Частота развития неблагоприятного прогноза в зависимости от СКФ и балла по EuroSCORE через 1 год после КИШ**

Клиническая характеристика пациентов	1-я группа n=32	2-я группа n=32	p-значение
Общие эхокардиографические параметры пациентов			
ФВ ЛЖ, %	69,0,8±13,12	73,4±12,1	0,07
ΔP на перешейке, мм.рт.ст.	46,6±31,03	48,4±32,01	0,7
КДО ЛЖ, мл	10,5±3,4	14,95±3,2	0,04
Диаметр восходящего отдела аорты, мм	10,09±1,6	11,4±1,8	0,17
Диаметр нисходящего отдела аорты, мм	6,2±0,5	6,0,3±0,5	0,89
Диаметр перешейка, мм	2,3±0,4	2,3±0,4	0,84
Диаметр дистальной дуги аорты, мм	5,1±0,1	5,5±1,8	0,51
Толщина задней стенки ЛЖ, мм	4,8±0,34	5,2±0,34	0,28
Толщина МЖП, мм	5±0,2	5,2±0,3	0,73
ОАП мм,	2,9±0,1	2±1	0,04
ДМЖП, мм	7,02±0,2	3,7±2,6	0,19
Общие показатели МСКТ			
Диаметр восходящего отдела аорты, см	0,91±1,3	1,1±1,3	0,05
Диаметр нисходящего отдела аорты, см	0,65±1,5	0,65±1,5	0,84
Диаметр перешейка, см	0,15±0,1	0,2±0,1	0,02
Диаметр дистальной части дуги Ao, см	0,55±0,1	0,7±0,1	0,001
Диаметр проксимальной части дуги Ao, см	0,65±0,12	0,75±0,15	0,05
Общие показатели расчета Z-score дуги аорты			
Z-score Проксимальная часть дуги Ao	-1,8±0,9	-1,7±0,75	0,74
Z-score Дистальная часть дуги аорты	-2,9±1,02	-2,8±0,98	0,42
Z-score перешейка	-5,8 ± 1,34	-4,8±1,45	0,12

Примечание: ФВЛЖ – фракция выброса левого желудочка; ΔP – градиент давления; КДОЛЖ – конечно диастолический объем левого желудочка; МЖП – межжелудочковая перегородка; ОАП – открытый артериальный проток; ДМЖП – дефект межжелудочковой перегородки; Ao – аорта.

Все операции выполнялись в плановом порядке, в условиях нормотермии, без искусственного

кровообращения, по стандартному протоколу и со стандартным обеспечением, принятым в клинике.

### Статистическая обработка

База данных формировалась в системе Microsoft Excel 2006. Статистическая обработка данных производилась на персональном компьютере с применением пакета программ Statistica 6.0 (StatSoft, USA).

Для составления представления о выборке были использованы методы описательной статистики. Для непрерывных данных использовалось среднее±SD, категориальные и дискретные данные представлены в виде процентов. Достоверность различий между сравниваемыми группами (p) для непрерывных данных рассчитывалась с использованием непараметрических критериев Mann-Whitney в независимых группах и Wilcoxon в зависимых, для категориальных данных – с помощью таблиц сопряжения с применением точного теста Фишера. Уровень значимости между сравниваемыми группами считался достоверным при  $p < 0,05$ , что соответствует критериям, принятым в медико-биологических исследованиях. Кривые выживаемости построены на основании метода Kaplan-Meier. Достоверность оценивалась F-критерием Кокса. С целью выявления предикторов, повлиявших на неблагоприятный результат, проведен однофакторный регрессионный анализ Кокса.

### Результаты

Для анализа отдаленных результатов исследования были доступны данные 62 пациентов (98,8%). Данные были получены путем амбулаторного и/или стационарного обследования в сроки от 0 до 48 месяцев.

Общая госпитальная летальность составила 2 (3,1%). В отдаленном периоде наблюдения леталь-

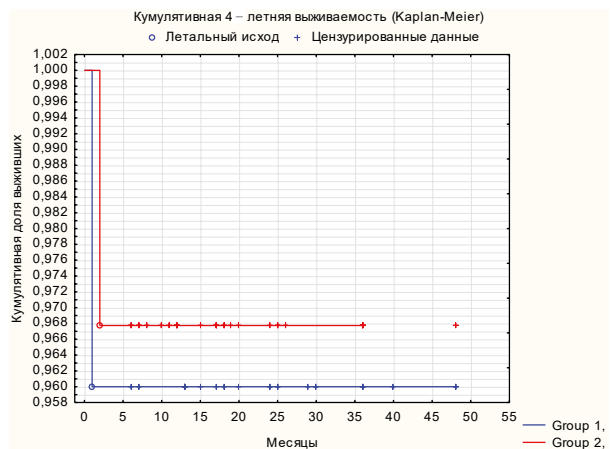


Рисунок 1. Актуарные кривые выживаемости пациентов в исследуемых группах.

ных исходов зарегистрировано не было. При динамическом наблюдении, на основании полученных результатов, построены кривые выживаемости для каждой из групп (рис. 1). Ожидаемая четырехлетняя кумулятивная выживаемость составила 95,9 % для I группы и 95,6 % для II группы ( $p=0,86$ ).

В первой группе в отдаленном периоде рекоарктация с пиковым градиентом 34 мм.рт.ст. выявлена в одном случае, во II группе – у двух пациентов.

Была проведена оценка предикторов, влияющих на время до наступления рекоарктации в отдаленном периоде наблюдения. Согласно полученным результатам, методы коррекции коарктации не являются предикторами рекоарктации ( $p=0,86$ ). Статистически достоверными предикторами развития рекоарктации выступают форма дуги аорты и пиковый градиент на уровне перешейка.

Общая свобода от рекоарктации в отдаленном периоде составила 98,2 % для пациентов I группы и 96,3 % для пациентов II группы ( $p=0,49$ ) (рис. 2).

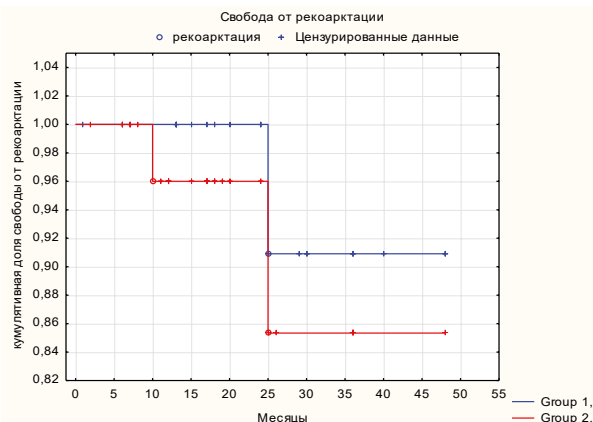


Рисунок 2. Актуарные кривые свободы от рекоарктации в исследуемых группах

Сравнительная оценка ЭхоКГ – параметров представлена в таблице 2. В отдаленном послеоперационном периоде выявлена достоверная разница по таким показателям, как диаметр перешейка во II группе  $0,98 \pm 0,4$  мм и в I группе  $1,2 \pm 0,86$  мм ( $p=0,003$ ); градиент давления на уровне перешейка в I группе –  $12,2 \pm 1,06$  и во II –  $15,5 \pm 1,89$  ( $p=0,002$ ); гипертрофия миокарда левого желудочка во II группе -10 (40%) случаев, в сравнении с I группой – 2 (8%) ( $p=0,003$ ).

Кроме того, в отдаленном периоде оценивался показатель Z-score (таблица 3). При сравнительной оценке данного параметра статистически достоверной разницы выявлено не было.

Также проводилась оценка геометрической формы дуги аорты, основанная на данных Phalla Ou и соавторов [15,16]. Авторы предложили клас-

Таблица 2

**ЭхоКГ – показатели в отдаленном послеоперационном периоде в группах**

ЭхоКГ-показатели	I группа (n=31)	II группа (n=31)	P-значение
ФВ ЛЖ, %	74,8±2,3	77,5±3,5	0,22
ΔP на перешейке	12,2 ±1,06	15,5±4,89	0,002
КДО ЛЖ, мл	27,7±2,1	26,7±2,8	0,61
Диаметр восходящего отдела аорты, см	1,8±0,5	1,4±0,2	0,56
Диаметр нисходящего отдела аорты, см	0,9±0,12	0,82±0,8	0,06
Диаметр перешейка, см	1,2±0,86	0,98±0,4	0,003
Диаметр дистальной дуги аорты, см	1,02±0,3	0,99±0,4	0,08
Толщина задней стенки ЛЖ, мм	5,9±0,1	7,1±0,25	0,002
Толщина МЖП, мм	5,9±0,2	6,9±0,3	0,07

Примечание: ФВЛЖ – фракция выброса левого желудочка; ΔP – градиент давления; КДОЛЖ – конечно диастолический объем левого желудочка; МЖП – межжелудочковая перегородка

Таблица 3

**Показатели Z-score в отдаленном периоде в обеих группах.**

Показатели Z-score	I группа (n=31)	II группа (n=31)	p-значение
Восходящая Ао	0,31±0,46	0,33±0,43	0,25
Проксимальная дуга Ао	-0,39±0,54	-0,31±0,56	0,45
Анастомоз	-0,32±0,29	-0,23±0,45	0,47
Дистальная дуга Ао	0,66±0,34	0,39±0,34	0,26
Нисходящая Ао	0,94±0,4	0,98±0,45	0,31

Примечание: Показатели Z-score в отдаленном периоде в обеих группах.

сификацию дуги аорты после хирургической коррекции коарктации аорты. В зависимости от угла между восходящей и нисходящей аортой выделено три типа дуги: готическая (угловая), амбразурная (прямоугольная) и романская. В своих исследованиях авторы предположили, что форма дуги аорты является одним из факторов артериальной гипертензии в отдаленном периоде.

В нашем исследовании готическая форма дуги преобладала у пациентов II группы (25,8 %

( $p=0,003$ ), а романская форма дуги – у пациентов I группы (64,5 %) ( $p=0,02$ ). Амбразурная форма дуги встречалась примерно в равном количестве и достоверно не отличалась,  $p=0,31$  (рис.3)

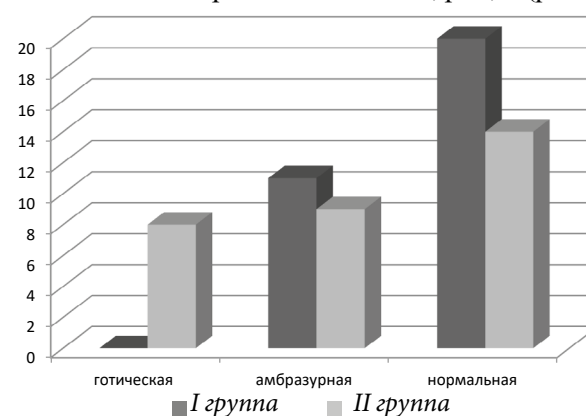


Рисунок 3. Распределение между группами по форме дуги аорты

При выполнении корреляционного анализа для выявления связи таких показателей, как гипертрофия миокарда левого желудочка и форма дуги аорты, коэффициент корреляции Спирмена составил  $r=-0,42$  ( $p=0,07$ ). Таким образом, форма дуги может влиять на степень гипертрофии миокарда ЛЖ.

## Обсуждение

Общая госпитальная летальность составила 3,1%, что соответствует летальности у данной категории больных. Основной причиной летальности явились пневмония, сепсис, что соответствует основным показателям причин среди летальности у данной категории больных [6,7,9].

Статистически достоверной разницы между двумя методиками по уровню свободы от рекоарктации выявлено не было.

При оценке геометрической формы дуги аорты Ои и коллеги наблюдали такие патологические состояния, как гипертрофия миокарда ЛЖ, артериальная гипертензия, у пациентов после успешной коррекции коарктации аорты. Они отметили, что пациенты с готической дугой имели значительно более высокую частоту сосудистой дисфункции при сравнении с романской группой и с контрольной группой. При этом у этих пациентов не было каких-либо признаков рекоарктации. В своем исследовании мы также провели корреляционный анализ между такими показателями, как гипертрофия миокарда ЛЖ и форма дуги аорты, и получили положительную корреляционную связь ( $p=0,07$ ), что соответству-

ет показателям, представленным в данном исследовании [15,16].

Olivieri и коллеги оценивали гемодинамику в дуге аорты после коррекции коарктации аорты и выяснили, что романская дуга имеет лучшие клинические результаты по сравнению с готической и амбразурной [14]. В нашем исследовании готическая дуга встречалась только во II группе, в то время как романическая дуга преобладала среди пациентов I группы – 20 пациентов. Таким образом, можно предположить, что применение метода модифицированной реверсивной пластики лоскутом левой подключичной артерии позволяет смоделировать форму дуги аорты, приближенную к нативной дуге [3].

### Выводы

1. Метод модифицированной реверсивной пластики лоскутом левой подключичной артерии является воспроизводимым и безопасным, о чем говорит отсутствие фатальных осложнений как в раннем, так и в отдаленном периодах, связанных с выполненным вмешательством.

2. Даже при отсутствии анатомических признаков рекоарктации у 25 % пациентов II группы сохраняется артериальная гипертензия в сравнении с 9,6 % случаев I группы, а гипертрофия левого желудочка во II группе встречалась в 40%, в сравнении с I группой – 8%. Таким образом, для трети пациентов, коррекция которым была выполнена методом расширенного анастомоза, радикальная в анатомическом смысле операция не является радикальной в физиологическом и функциональном.

3. Метод модифицированной реверсивной пластики лоскутом левой подключичной артерии позволяет более чем у двух третей пациентов смоделировать форму дуги, приближенную к нативной дуге аорты.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/ REFERENCES

1. Синельников Ю.С., Горбатов Ю.Н., Горбатов А.В., Иванцов С.М., Стрельникова М.С., Прохорова Д.С. Хирургическое лечение коарктации аорты с гипоплазией дистального участка дуги аорты у новорожденных. Патология кровообращения и кардиохирургия. 2011;3: 9-12.

Yu.S. Sinelnikov, Yu.N. Gorbatykh, A.V. Gorbatykh, S.M. Ivantsov, M.S. Strelnikova, D.S.

Prokhorova. Surgical treatment of aortic coarctation with hypoplasia of the distal portion of the aortic arch in infants. J. Pathology of the circulatory and cardiac surgery. 2011 (3): 9-12. [In Russ]

2. Синельников Ю.С., Кшановская М.С., Горбатов А.В., Иванцов С.М. Гипоплазия дуги аорты. Патология кровообращения и кардиохирургия. 2013;3: 68-72.

Yu.S. Sinelnikov, M.S. Kshanovskaya, A.V. Gorbatykh, S.M. Ivantsov. Hypoplasia of the aortic arch. J. Pathology of the circulatory and cardiac surgery. – 2013 (3): 68-72. [In Russ]

3. Соинов И.А., Синельников Ю.С., Горбатов А.В., Ничай Н.Р., Иванцов С.М., Корнилов И.А. и др. Артериальная гипертензия у пациентов после коррекции коарктации и гипоплазии дуги аорты. Патология кровообращения и кардиохирургия. 2015; 2: 102–113.

I.A. Soinov, Yu.S. Sinelnikov, A.V. Gorbatykh, N.R.Nichai, S.M. Ivantsov, I.A. Kornilov, et al Arterial hypertension in patients after coarctation correction, and hypoplasia of the aortic arch. J. Pathology of the circulatory and cardiac surgery. 2015. (2): 102–113. [In Russ]

4. Корнилов И.А., Синельников Ю.С., Соинов И.А., Кшановская М.С., Пономарев Д.Н., Матюшов В.Н. и др. Оценка риска почечных и неврологических осложнений у новорожденных детей после реконструкции аорты. Патология кровообращения и кардиохирургия. 2015;1: 84–89.

I.A. Kornilov I.A. Soinov, Yu.S. Sinelnikov, M.S. Kshanovskaya, D.N. Ponomarev, V.N. Matushov, et al The risk assessment renal and neurological complications in newborns after the reconstruction of the aorta. J. Pathology of the circulatory and cardiac surgery. 2015. (1): 84–89 [In Russ]

5. Barreiro CJ, Ellison TA, Williams JA, Durr ML, Cameron DE, Vricella LA. Subclavian flap aortoplasty: still a safe, reproducible, and effective treatment for infant coarctation. Eur J Cardiothorac Surg 2007;31:649–53

6. Burch PT, Cowley CG, Holubkov R, et al. Coarctation repair in neonates and young infants: is small size or low weight still a risk factor? J Thorac Cardiovasc Surg 2009; 138:547–52.

7. Clarkson P.M., Nicholson M.R., Barratt-B.O.yes B.G., Neutze J.M., Whitlock R.M. Results after repair of coarctation of the aorta beyond infancy: a 10 to 28 year follow-up with particular reference to late systemic hypertension .Am J Cardiol.- 2000;51:1481-1488.



8. *Fruh S, Knirsch W, Dodge-Khatami A, Dave H, Pretre R, Kretschmar O.* Comparison of surgical and interventional therapy of native and recurrent aortic coarctation regarding different age groups during childhood. *Eur J Cardiothorac Surg* 2011;39:898–904.

9. *Gail E, Wright, Cheryl A, Nowak, Caren 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: 1453—1459.

10. *McElhinney, D. B. S. G. Yang, A. N. Hogarty.* 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. - Vol. 122; 5: 883-890.

11. *Meier, MA, Lucchese, FA, Jazbik, W, Nesralla, IA, and de Mendonca, JT.* A new technique for repair of aortic coarctation. Subclavian flap aortoplasty with preservation of arterial blood flow to the left arm. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1986; 92: 1005–1012.

12. *Pandey R, Jackson M, Ajab S, Gladman G, Pozzi M.* Subclavian flap repair: review of 399 patients at median follow-up of fourteen years. *Ann Thorac Surg* 2006;81:1420–8.

13. *Simpson I.A., Sahn D.J., Valdes-Cruz L.M. et al.* Color Doppler flowmapping in patients with coarctation of the aorta: new observations and improved evaluation with color flow diameter and proximal acceleration as predictors of severity. *Circulation* 1988; 77: 736.

14. *Olivieri L, de Zélicourt D, Haggerty C et al.* Hemodynamic Modeling of Surgically Repaired Coarctation of the Aorta. *Cardiovasc Eng Technol.* 2011;2(4):288-295.

15. *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; 25:1853–9.

16. *Ou P, Celermajer DS, Raitsky O, Jolivet O, Buyens F, Herment A, Sidi D, Bonnet D, Mousseaux E.* Angular (Gothic) aortic arch leads to enhanced systolic wave reflection, central aortic stiffness, and increased left ventricular mass late after aortic coarctation repair: evaluation with magnetic resonance flow mapping. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2008;135:62–68.

*Статья поступила 24.09.2016.*

*Для корреспонденции:*

**Кшановская Марина Сергеевна**

Адрес: 630055 г. Новосибирск,

ул. Речкуновская, д. 15

Тел. +7(383)3323049,

E-mail: marina.kshanovskaya@yandex.ru

*For correspondence:*

**Kshanovskaya Marina**

Address: 15, Rechkunovskaya st., Novosibirsk,

630055, Russian Federation

Tel. +7(383)3323049,

E-mail: marina.kshanovskaya@yandex.ru