

# ВРОЖДЕННЫЕ ПОРОКИ СЕРДЦА

УДК: 616.132.007.089.053.3

## ПЕРВЫЙ ОПЫТ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ИНФАНТИЛЬНОЙ КОАРКТАЦИИ В СОЧЕТАНИИ С ГИПОПЛАЗИЕЙ ДУГИ АОРТЫ

**А. В. НОХРИН, А. И. АНУФРИЕВ, А. В. БЕДИН, И. К. ХАЛИВОПУЛО, И. Н. СИЗОВА,  
А. Н. КОКОВ, А. В. КУЗЬМИН, В. В. ЧАГИРЕВ, И. В. КУЗЬМИН, М. В. КУЛАВСКАЯ**

*Федеральное государственное бюджетное учреждение*

*«Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний»  
Сибирского отделения Российской академии медицинских наук, Кемерово, Россия*

**Цель.** Представить первый опыт непосредственных результатов реконструкции дуги аорты у новорожденных с коарктацией аорты (КА) в сочетании с гипоплазией дуги.

**Материалы и методы.** С января 2011 г. по июль 2013 г. было прооперировано 14 новорожденных детей с КА в сочетании с гипоплазией дуги. Возрастная категория больных – от 2 до 28 дней ( $16 \pm 8$  дней). Средний вес –  $3245 \pm 667$  г. Среднее значение площади тела по Dubois  $0,20 \pm 0,03$  м<sup>2</sup>. У 13 (92 %) пациентов имелась преддуктальная КА и гипоплазия дуги аорты на всем протяжении. С помощью ЭХОКГ и МСКТ измеряли каждый сегмент дуги, нисходящий и восходящий отделы аорты. Помимо «сегментарного» подхода к выявлению гипоплазии дуги аорты, мы использовали калькулятор Z-score, который оценивает выраженность гипоплазии, степень стеноза высчитывалась по соотношению диаметров сегментов аорты, отклонению от нормальных величин.

Всех пациентов оперировали через срединную стернотомию. Выбор артериальной канюляции зависел от диаметра восходящего отдела аорты. У 7 (50 %) пациентов выполнено расширение тубулярной гипоплазии аорты ксеноперикардальным лоскутом, у других 50 % выполнена реконструкция аорты по оригинальной методике E. D. McKenzie, то есть собственными тканями аорты.

**Результаты.** На госпитальном этапе умерло 3 новорожденных. У 6 (42 %) пациентов послеоперационный период протекал без осложнений. Эти пациенты получали кардиотонические препараты в терапевтическом диапазоне. Бивентрикулярная сердечная недостаточность требовала больших доз кардиотоников у 7 пациентов, все они имели сопутствующие ВПС, этим пациентам выполнено отсроченное закрытие грудной клетки.

Значимого градиента давления у всех пациентов в месте реконструкции аорты при измерении прямым методом по разнице давления лучевой, бедренной артерий в раннем послеоперационном периоде не отмечено. При выполнении ЭХОКГ перед выпиской градиент давления в месте пластики составил от 3 до 12,5 мм рт. ст. (в среднем  $8,5 \pm 1,2$  мм рт. ст.). Осложнений со стороны ЦНС не наблюдали.

Средние сроки наблюдения составили  $10 \pm 2,5$  месяца. Контрольное обследование не выявило значимого градиента в месте вмешательства. Для оценки реконструкции дуги аорты через 10 месяцев мы повторно выполняли ЭХОКГ и МСКТ с сегментарной оценкой участков аорты. У 7 из 11 пациентов развитие дуги аорты соответствовало норме.

**Выводы.** 1. Использование искусственного кровообращения с антеградной перфузией головного мозга позволяет безопасно для пациента выполнить краевое отжатие восходящего отдела аорты на момент основного этапа и адекватный расширенный анастомоз «конец в бок» или расширить дугу аорты с помощью заплат. 2. Частое сочетание гипоплазии дуги с другими ВПС позволяет выполнить одномоментную или паллиативную коррекцию сопутствующих аномалий.

**Ключевые слова:** реконструкция дуги аорты, инфантильная коарктация аорты, антеградная перфузия головного мозга.

## FIRST EXPERIENCE OF SURGICAL TREATMENT OF NEONATAL COARCTATION WITH AORTIC ARCH HYPOPLASIA

**A. V. NOKHRIN, A. I. ANUFRIEV, A. V. BEDIN, I. K. HALIVOPULO, I. N. SIZOVA,  
A. N. KOKOV, A. V. KUZMIN, V. V. CHAGIREV, I. V. KUZMIN, M. V. KULAVSKAYA**

*Federal State Budgetary Institution Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases,  
Siberian Branch of the Russian Academy of Medical Sciences, Kemerovo, Russia*

**Purpose.** To analyze the outcomes of aortic arch reconstruction in neonates with coarctation of the aorta (CoA) and hypoplastic arch.

**Materials and methods.** 14 neonates with CoA and hypoplastic arch underwent surgical repair from January, 2011 to July 2013. The age group of patients was from 2 day to 28 days ( $16 \pm 8$  days). The average weight was  $3245 \pm 667$  grams. The average body surface, calculated using the Dubois formula, was  $0,20 \pm 0,03$  м<sup>2</sup>. Preductal CoA with hypoplastic arch were diagnosed in 13 (92 %) patients. The descending and ascending aorta as well as the segments of the arch were measured with echocardiography and MSCT. Additionally to the “segmental” approach in diagnosis of aortic arch hypoplasia, the Z-score was used to assess the degree of hypoplasia; the degree of stenosis was calculated by the ratio of aortic segment diameters, the deviation from the standard values.

All patients underwent median sternotomy. The site of arterial cannulation depended on the diameter of the ascending aorta. 7 (50 %) patients underwent xenopericardium patch augmentation of tubular hypoplasia of the aorta, other 50 % – underwent aortic arch reconstruction with their own aortic tissue segments (method of McKenzie E.D.).

**Results.** The in-hospital mortality was 21%. 6 (42 %) patients had no complications in the postoperative period. The patients received cardiotoxic drugs in therapeutic doses. 7 patients received high doses of cardiotonics to treat biventricular heart failure, all of them had concomitant CHD with subsequent delayed sternal closure.

There was no significant pressure gradient across the reconstructed area in all the patients in the early postoperative period (a direct method of measurement based on the difference of radial and femoral artery pressure). The pressure gradient across the area of plasty, measured with echocardiography before the discharge, was from 3 to 12,5 mm Hg (the average value –  $8,5 \pm 1,2$  mm Hg). There were no CNS complications.

The average follow-up period was  $10 \pm 2,5$  months. The monitoring visits in the outpatient department did not reveal any significant gradient across the area of the intervention. Echocardiography and MSCT with segmental assessment were performed to evaluate the aortic arch reconstruction in 10 months. 7 out of 11 patients reported normal development of the aortic arch.

**Conclusions.** 1. Cardiopulmonary bypass with antegrade cerebral perfusion allows to push down safely the edge of the ascending aorta during the main stage and to place an adequate end-to-side anastomosis or to perform patch augmentation of the aortic arch. 2. Hypoplastic arch is commonly complicated by other CHDs, that allows to perform single-stage or palliative repair of associated anomalies.

**Key words:** aortic arch reconstruction, neonatal coarctation, antegrade cerebral perfusion

### Актуальность

В 30 % случаев инфантильная коарктация аорты сочетается с гипоплазией дуги аорты, что ухудшает непосредственные и отдаленные результаты хирургического лечения. Сочетание гипоплазии дуги аорты с другими ВПС требует от кардиохирурга одномоментного или этапного подхода [4]. Для постановки диагноза гипоплазии дуги аорты используют критерии, предложенные в оригинальной статье А. J. Moulaert, соотношение диаметров каждого из сегментов к восходящему отделу аорты (рис. 1). Сегментарное деление дуги аорты было разработано G. Celoria и R. Patton в 1959 г. для перерыва дуги аорты [2]. Если наруж-

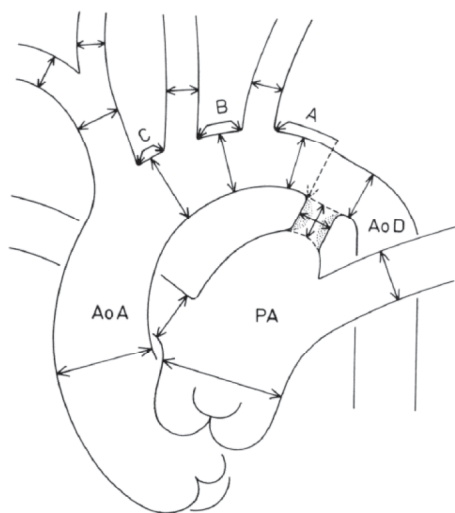


Рис. 1. Схема магистральных сосудов (по Andre J. Moulaert).

Стрелками обозначены точки, где производится измерение сегментов. AoA – ascending aorta (восходящая аорта), AoD – descending aorta (нисходящая аорта), PA – pulmonary artery (легочная артерия), сегмент А – перешеек аорты, В – дистальный сегмент дуги, С – проксимальный сегмент дуги

ный диаметр проксимальной части (сегмент С) дуги аорты равен 60 % или меньше к диаметру восходящего отдела аорты, дистальный сегмент дуги аорты равен или меньше 50 %, а перешеек аорты менее 40 %, необходимо считать эти участки аорты гипоплазированными [5]. Тубулярной гипоплазией считают, когда сегменты аорты имеют аномальную длину (более 5 мм у новорожденного) и маленький диаметр [4].

Существует несколько кардиохирургических подходов к решению данной проблемы. Ряд клиник предпочитают стандартный левосторонний доступ с расширенным анастомозом «конец в конец», широко используется методика истмопластики аорты левой подключичной артерии по F. Waldhausen и P. Nahrgold [8]. Некоторые хирурги реконструкцию дуги выполняют по модифицированной методике J. A. Caliani с реимплантацией левой подключичной артерии в левую сонную артерию [1]. Нередко анатомия дуги аорты и брахиоцефальных сосудов не позволяет выполнить адекватную мобилизацию сосудов и коррекцию порока из левостороннего доступа и сопряжена с риском нестабильной гемодинамики пациента на момент краевого отжатия восходящего отдела (ВО) аорты. В таких случаях использование искусственного кровообращения (ИК) позволяет безопасно выполнять краевое отжатие ВО аорты и адекватно расширить дугу аорты заплатой или наложить расширенный анастомоз с использованием собственных тканей нисходящего отдела аорты [7].

**Цель.** Представить первый опыт непосредственных результатов реконструкции дуги аорты у новорожденных с коарктацией аорты (КА) в сочетании с гипоплазией дуги.

**Материалы и методы.** С января 2011 г. по июль 2013 г. было прооперировано 14 новорожденных



детей с КА в сочетании с гипоплазией дуги. Возрастная категория больных от 2 до 28 дней ( $16 \pm 8$  дней). Средний вес –  $3245 \pm 667$  г. Среднее значение площади тела по Dubous –  $0,20 \pm 0,03$  м<sup>2</sup>. У 13 (92 %) пациентов имелась преддуктальная КА и гипоплазия дуги аорты на всем протяжении. У одного больного перерыв дуги аорты – тип В. У 7 (50 %) больных выявлен дефект межжелудочковой перегородки (ДМЖП). Гипоплазия дуги аорты в 100 % случаев сочеталась с другими внутрисердечными аномалиями (табл. 1).

Таблица 1

Сочетание гипоплазии дуги аорты с другими пороками сердца

Сопутствующие пороки сердца	Количество (%)
1 Дефект межжелудочковой перегородки	7 (50)
2 Дефект межпредсердной перегородки	1 (7)
3 ТМС + дефект межжелудочковой перегородки	1 (7)
4 ДОМС от ПЖ без стеноза ЛА	1 (7)
5 Двустворчатый аортальный клапан	3 (21)
6 Дисплазия митрального и трикуспидального клапанов	1 (7)

При поступлении в клинику все пациенты получали вазопростан. В одном случае в связи с закрытием открытого артериального протока и неэффективностью консервативной терапии операция выполнена в экстренном порядке.

Всем пациентам перед операцией проводили стандартное обследование, включая эхокардиографию (ЭХОКГ) и мультиспиральную компьютерную томографию (МСКТ) (рис. 2, 3). При этом измеряли каждый сегмент дуги, нисходящий и восходящий отделы аорты. Помимо «сегментарного» подхода к выявлению гипоплазии дуги аорты, использовали калькулятор Z-score [7], который учитывает выраженность гипоплазии, степень стеноза высчитывали по соотношению диаметров сегментов аорты, отклонению от нормальных величин.

По данным ЭХОКГ, среднее значение фракции выброса до операции составило  $75,70 \pm 5,25$  %. Распределение отклонения от нормальных значений по шкале Z-score (Calculate the z-scores/Detroit data): дуга аорты =  $-4,14 \pm 1,38$ . Перешеек аорты =  $-5,85 \pm 1,69$ . Параметры других сегментов аорты, левого желудочка, аортального и митрального клапанов соответствовали нормальным показателям.

Полученные данные по ЭХОКГ были сопоставимы с данными, полученными по МСКТ (рис. 4).

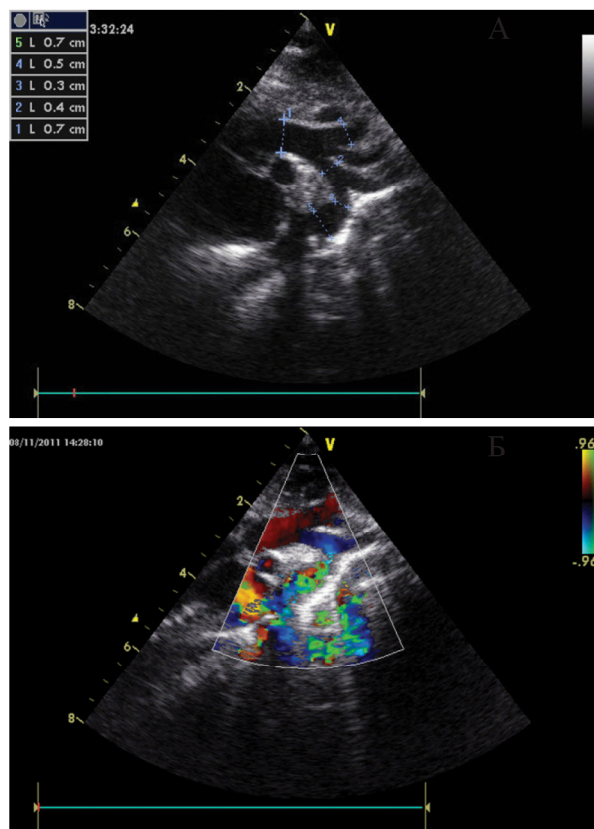


Рис. 2. Использование ЭХОКГ для оценки состояния дуги аорты: А – расчет диаметра дуги аорты с учетом сегментов; Б – оценка гемодинамики на уровне перешейка аорты

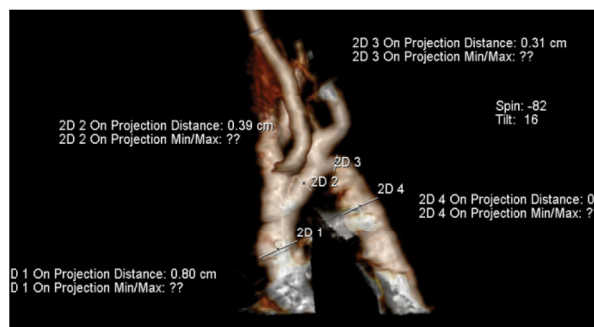


Рис. 3. МСКТ реконструкции дуги аорты с анализом сегментов дуги аорты

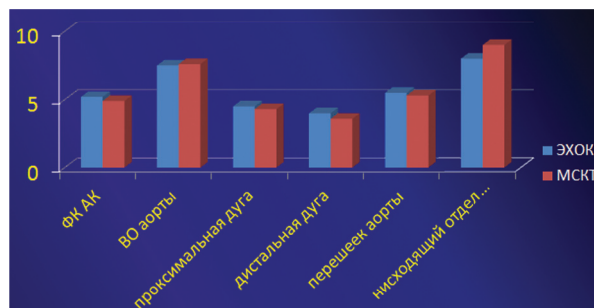


Рис. 4. Распределение отклонения от нормальных значений по данным МСКТ и ЭХОКГ (Calculate the z-scores/Detroit data),  $p \leq 0,05$

Однако МСКТ позволяет более детально изучить анатомию дуги аорты и выбрать вид операции: прямой анастомоз с нисходящим отделом или расширение с помощью ксеноперикардиальной заплаты, а также определить способ подключения ашарага искусственного кровообращения.

### Методика операций

Всех детей оперировали под эндотрахеальным наркозом. Индукцию в наркоз осуществляли с помощью Севофлюрана (6–8 об%), его поддерживающая доза – 0,8–1 об%. Релаксацию обеспечивали Ардуаном в дозе 0,08–0,1 мг/кг, поддерживающая доза – 0,04 мг/кг. Обезболивание выполняли фентанилом в дозе 15–40 мг/кг/ч.

Для проведения искусственного кровообращения использовали оксигенаторы Cariox®Baby RX05™. Охлаждение пациентов выполняли со скоростью 0,5 °С в минуту при градиенте Т центральная / Т периферическая ≤ 5 °С. Использовали нитропруссид натрия в дозе 0,5–1,5 /кг/мин для охлаждения или согревания новорожденных, а также CDI™ 101 для контроля перфузии во время ИК. У всех пациентов использовали две линии для измерения артериального давления, катетеризировали правую лучевую и бедренную артерии.

Всем пациентам была выполнена срединная стернотомия по стандартной методике с удалением правой доли тимуса. Этот доступ позволяет тщательно мобилизовать брахиоцефальный ствол, левую общую сонную, подключичную артерию и все сегменты дуги аорты.

Выбор артериальной канюляции у данной категории больных зависит от размера восходящего отдела аорты. У 7 (50 %) пациентов канюляция

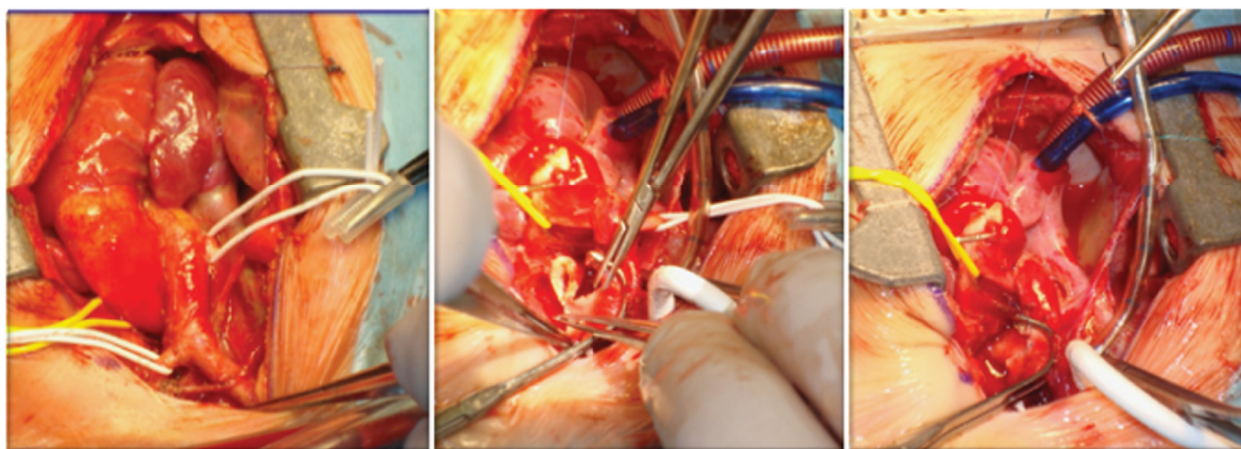
выполнялась в восходящий отдел аорты с последующим переводом артериальной канюли в брахиоцефальный ствол для антеградной перфузии головного мозга. В остальных случаях размеры восходящей аорты не позволяли это выполнить, и использовали канюляцию протеза «Гортекс», предварительно имплантированного в брахиоцефальный ствол (рис. 5).

После начала искусственного кровообращения перфузионное давление в лучевой артерии поддерживали не ниже 60 мм рт. ст., в бедренной артерии – не ниже 45 мм рт. ст. В случае низкого давления в бедренной артерии дополнительно канюлировали нисходящий отдел аорты (рис. 6).

В 100 % случаев выполнялась церебральная оксиметрия. При снижении объемной скорости кровотока и начале антеградной перфузии головного мозга ориентировались на перфузионное давление в правой лучевой артерии – не ниже 45 мм рт. ст. Объемная скорость кровотока для проведения антеградной перфузии головного мозга составляла 20–30 % от расчетной скорости перфузии и зависела от давления в артериальной магистрали.

ИК с антеградной церебральной перфузией и гипотермией 25 градусов применялось у пациентов при выполнении расширенного анастомоза по типу «конец в бок» или при реконструкции дуги аорты ксеноперикардиальной заплатой. В одном случае при выполнении реконструкции дуги аорты заплатой из ксеноперикарда в сочетании с операцией Жатане и пластикой ДМЖП гипотермия достигала 18 градусов.

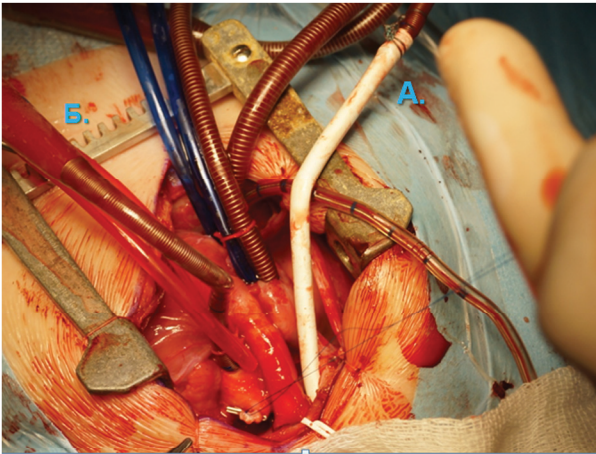
Для реконструкции дуги аорты были использованы две методики.



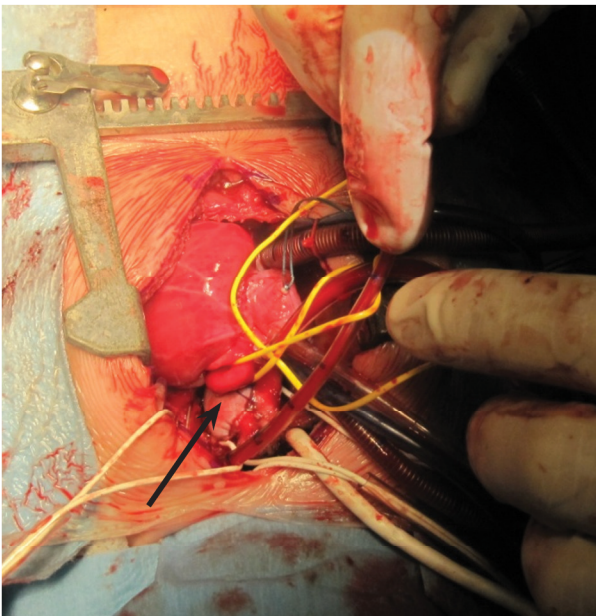
*Рис. 5. Использование одной артериальной канюли через протез «Гортекс», имплантированный в брахиоцефальный ствол.*

*Выполнено краевое отжатие аорты на момент наложения анастомоза «конец в бок» между восходящим и нисходящим отделами аорты, осуществляется коронарная и церебральная перфузия*





**Рис. 6. Использование двух артериальных канюль:**  
 А – первая артериальная канюля установлена в протез «Гортекс», предварительно имплантированного в брахиоцефальный ствол; Б – вторая артериальная канюля – в нисходящий отдел аорты



**Рис. 7. Реконструкция тубулярной гипоплазии дуги аорты эпоксиобработанным ксеноперикардальным лоскутом (указан черной стрелкой)**

Первая методика применялась при тубулярной форме гипоплазии дуги аорты у 7 (50 %) пациентов. Использовали эпоксиобработанный ксеноперикардальный лоскут производства ЗАО «НеоКор» (Кемерово). Пластичность и хорошие гемостатические свойства лоскута позволяют применять данную методику для реконструкции дуги аорты (рис. 7). После тщательной мобилизации сосудов при достижении гипотермии 25 °С отжимали левую сонную, подключичную артерию, зажим накладывали на дугу аорты между брахиоцефальным стволом и левой сонной артерией. При этом сохра-

нялась коронарная и церебральная перфузия. После пересечения и дополнительного прошивания открытого артериального протока дуктальная ткань иссекалась. Разрез дуги аорты выполняли продольно от нисходящего до восходящего отдела. Пластике заплатай начинали дистально от нисходящего отдела аорты до восходящего. Данная методика сокращает время пережатия аорты. Пережатие аорты необходимо лишь для наложения проксимальной части заплатай на восходящий отдел аорты, а также коррекции сопутствующих аномалий. При этом артериальную канюлю переводили в брахиоцефальный ствол, затягивали турникет вокруг канюли или при канюляции в протез «Гортекс» пережимали устье брахиоцефального ствола отдельным сосудистым зажимом. После реконструкции дуги аорты и профилактики воздушной эмболии снимали турникет с брахиоцефального ствола и переводили артериальную канюлю в дугу аорты, при этом возобновляли расчетную перфузию и выполняли согревание пациента.

Вторая методика заключалась в использовании собственных тканей у других 7 (50 %) пациентов. После достижения гипотермии выполняли лишь краевое отжатие аорты (рис. 5). При этом сохраняли коронарную перфузию. Дугу аорты рассекали продольно, иссекали дуктальную ткань, пересекали на уровне нисходящего отдела аорты. Путем мобилизации и тракции зажима, наложенного на нисходящем отделе аорты, выполняли прямой анастомоз «конец в бок» между восходящим и нисходящим отделом аорты [6].

У пациентов с сопутствующими аномалиями сердца сначала выполняли реконструкцию дуги аорты, затем коррекцию внутрисердечной аномалии. У 4 пациентов с «нерестриктивным» ДМЖП выполнили операцию Мюллера. В последних 3 (43 %) случаях выполнена одномоментная реконструкция дуги аорты и пластика ДМЖП заплатай. У одного пациента реконструкция дуги аорты сочеталась с операцией Жатане и пластикой ДМЖП заплатай, у второго пластика – ДМПП заплатай. Недостаточность митрального и трикуспидального клапанов потребовала их пластики в одном случае.

У всех пациентов использовали кровяную антеградную или ретроградную кардиоплегию. Среднее время антеградной перфузии головного мозга –  $29 \pm 8,5$  мин. Среднее время пережатия аорты –  $42 \pm 12,5$  мин. При сочетанной реконструкции дуги аорты и операции Жатане время ИК равнялось 260 мин, время пережатия аорты составило 180 мин.

Всем пациентам применяли модифицированную ультрафильтрацию крови с использованием

гемоконцентратора «Jostra» ВС-20, объем ультрафильтрата составил от 30 до 50 мл/кг.

Для оценки непосредственных результатов реконструкции дуги аорты исследовали градиент давления после окончания ИК между лучевой и бедренной артериями. У пациентов с внутрисердечным этапом реконструкции выполняли ЧП-ЭХОКГ.

### Результаты и обсуждение

В госпитальном периоде умерло трое больных. Два пациента умерли от септических осложнений, один – от бивентрикулярной СН, что было связано с техническими осложнениями и неадекватным дренированием ЛЖ на начало ИК.

У 6 (42 %) пациентов послеоперационный период протекал без осложнений. Эти пациенты получали кардиотонические препараты в терапевтическом диапазоне, экстубированы на следующие сутки.

Бивентрикулярная сердечная недостаточность требовала больших доз кардиотоников у 7 пациентов, они имели сопутствующие ВПС. Этой группе пациентов выполнено отсроченное закрытие грудной клетки. Из них 4 (28 %) пациента были с операцией Мюллера. На наш взгляд, именно этот подход усугублял сердечную недостаточность, продленную ИВЛ, и был связан с «перестройкой» сосудов малого круга кровообращения. Время ИВЛ составило от 5 до 180 ч (среднее время –  $58,8 \pm 16,4$  ч). Время нахождения в палате интенсивной терапии – от 3 до 25 дней (в среднем  $8,1 \pm 2,2$  дня).

Гипокоагуляционные кровотечения с активной консервативной терапией наблюдали у трех пациентов, в дальнейшем применение герметика «Васкусил» позволило решить данную проблему.

Пациенту после реконструкции дуги аорты заплатой, операции Жатане, пластики ДМЖП в связи с выраженной бивентрикулярной сердечной недостаточностью, остаточной высокой легочной гипертензией выполняли ЭКМО. Через пять дней – завершение бивентрикулярного обхода и закрытие грудной клетки. Ребенок выписался через месяц из клиники с хорошим клиническим результатом.

Значимого градиента давления у всех пациентов в месте реконструкции аорты не отмечено. При выполнении ЭХОКГ перед выпиской градиент давления в месте пластики составил от 3 до 12,5 мм рт. ст. (в среднем  $8,5 \pm 1,2$  мм рт. ст.). Осложнений со стороны ЦНС не наблюдали.

Средние сроки наблюдения составили  $10 \pm 2,5$  месяца. Контрольное обследование не выявило значимого градиента в месте вмешательства. У 8 из 11 пациентов развитие дуги аорты соответствовало норме.

В одном случае наблюдали рестеноз аорты в области дистального анастомоза через 6 месяцев после операции. Этому шестимесячному ребенку выполнили баллонную дилатацию сужения аорты с хорошим клиническим результатом. Образование рестеноза дистального анастомоза, на наш взгляд, связано с оставшейся дуктальной тканью во время операции.

Оценивая наш первый опыт, необходимо отметить, что использование стернотомии и ИК с антеградной перфузией головного мозга оправдано для данной категории пациентов. При этом операция, выполненная через стернотомию, позволяет выполнить реконструкцию дуги на всем протяжении. Именно этот доступ обеспечивает хорошую мобилизацию всех сегментов дуги аорты и брахиоцефальных сосудов. Использование искусственного кровообращения с антеградной перфузией головного мозга позволяет избежать нестабильную гемодинамику на момент краевого отжатия аорты. Кроме того, возможна одномоментная коррекция других сердечных аномалий при их сочетании с гипоплазией дуги аорты.

### Выводы

1. Использование искусственного кровообращения с антеградной перфузией головного мозга позволяет безопасно для пациента выполнить краевое отжатие восходящего отдела аорты на момент основного этапа и адекватный расширенный анастомоз «конец в бок» или расширить дугу аорты с помощью заплаты.

2. Частое сочетание гипоплазии дуги с другими ВПС позволяет выполнить одномоментную или паллиативную коррекцию сопутствующих аномалий.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Caliani J. A., Simones L. C., Barbossa O. N. Technical modification for correction of aortic coarctation using hypoplastic arch // *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 2008. Vol. 23(3). P. 330–335.
2. Celoria G. C., Patton R. B. Congenital absence of the aortic arch // *Am. Heart J.* 1959. Vol. 58 (3). P. 407–413.
3. Pathologic considerations in coarctation of the aorta / J. E. Edwards [et al.] // *Proc. Staff. Meet. Mayo. Clin.* 1948. Vol. 23. P. 324.



4. F. Hypoplastic transverse arch and coarctation in neonates / Lacour-Gayet [et al.] // A. Thorac. Cardiovasc. Surg. 1990. Vol. 100. P. 808–816.

5. Moolaert A., Bruins C., Oppenheimer-Dekker A. Anomalies of the aortic arch and ventricular septal defect // Circulation. 1976. Vol. 53. P. 1011–1015.

6. Ascending Sliding Arch Aortoplasty: A Novel Technique for Repair of Arch Hypoplasia / E. D. McKenzie [et al.] // Ann. Thorac. Surg. 2011. Vol. 91 (3). P. 805–810.

7. Pediatric and Fetal Echo Z-Score Calculators. URL: [www.parameterz.blogspot.com](http://www.parameterz.blogspot.com).

8. Waldhausen F, Nahrwold P. Repair of the coarctation of the aorta with a subclavian flap // A. Thorac. Cardiovasc. Surg. 1966. Vol. 41. P. 425–432.

*Статья поступила 11.10.2013*

*Ответственный автор за переписку:*

**Нохрин Андрей Валерьевич** – научный сотрудник лаборатории кардиоваскулярного биопротезирования ФГБУ «НИИ КПССЗ» СО РАМН

*Адрес для переписки:*

Нохрин А. В., 650002, г. Кемерово,  
Сосновый бульвар, д. 6  
Тел: 8(3842) 64-05-69  
E-mail: nokhrin\_av@rambler.ru

*Corresponding author:*

**Andrey V. Nokhrin** – research associate of cardiovascular biological prosthetics laboratory of FSBI RI for CICVD, SB RAMS

*Correspondence address:*

A. V. Nokhrin, 6, Sosnoviy blvd.,  
Kemerovo, 650002  
Tel.: +7 (3842) 64-05-69  
E-mail: nokhrin\_av@rambler.ru