



УДК 617-089

DOI 10.17802/2306-1278-2019-8-3-43-51

## АНАЛИЗ МЕТОДОВ НЕПРЕРЫВНОЙ РЕГИОНАРНОЙ ПЕРФУЗИИ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ДУГИ АОРТЫ У ДЕТЕЙ

Ю.Ю. Кулябин<sup>✉</sup>, А.Ю. Омельченко, И.А. Соинов, А.В. Зубрицкий, А.В. Войтов, А.В. Горбатов, Ю.Н. Горбатов

Федеральное государственное бюджетное учреждение “Национальный медицинский исследовательский центр имени академика Е.Н. Мешалкина” Министерства здравоохранения Российской Федерации, ул. Речкуновская 15, г. Новосибирск, Российская Федерация, 630055

### Основные положения

- В данном исследовании получены первые результаты ретроспективного анализа основных методов непрерывной регионарной перфузии у детей с применением методики псевдорандомизации.
- Оценены риски развития острой почечной дисфункции в раннем послеоперационном периоде у младенцев после коррекции обструктивной патологии дуги аорты.

|                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Цель               | Провести сравнение методов непрерывной регионарной перфузии во время реконструкции дуги аорты у детей первого года жизни относительно частоты развития острой почечной дисфункции и летальности в раннем послеоперационном периоде.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Материалы и методы | В ретроспективный анализ включен 121 пациент в возрасте до 1 года, оперированный в период с 2007 по 2017 гг. Для создания равноценных групп использована методика propensity score matching, в результате которой для дальнейшего анализа отобраны 62 пациента (медиана возраста 14 [8; 23] дней). Пациенты разделены на две группы в зависимости от используемой методики перфузии: АПГМ группа (31 пациент) – дети, оперированные в условиях селективной антеградной перфузии головного мозга при температуре 23–26°C; ДАК группа (31 пациент) – дети, оперированные в условиях полнопоточной перфузии головного мозга и нижней половины тела при температуре 28–32°C.                                                                                                                                                                                                |
| Результаты         | Госпитальная летальность составила 3,2% в группе ДАК и 12,8% в группе АПГМ ( $p = 0,03$ ). Больше количество пациентов в группе АПГМ потребовало длительного хирургического диастаза стернотомной раны после операции ( $p = 0,013$ ). Пациентам из группы ДАК отсроченное ушивание стернотомной раны проводилось раньше ( $p = 0,002$ ), а срок пребывания в отделении реанимации и интенсивной терапии ( $p = 0,035$ ) был короче ( $p = 0,035$ ). Мы не получили достоверных различий относительно динамики креатинина в течение 3 послеоперационных суток между группами ( $p = 0,53$ ), также не было различий в потребности в заместительной почечной терапии ( $p = 0,20$ ). Фактором риска для развития острой почечной дисфункции (ОПД) была масса тела менее 2 кг ( $p = 0,013$ ), в свою очередь ОПД была фактором риска ранней летальности ( $p = 0,038$ ). |
| Заключение         | Перфузия нижней половины тела не имеет преимуществ над АПГМ относительно развития острой почечной дисфункции, однако эффективно снижает летальность и благоприятно влияет на течение раннего послеоперационного периода.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Ключевые слова     | Врожденные пороки сердца • Реконструкция дуги аорты • Полиорганная дисфункция • Острая почечная недостаточность                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

Поступила в редакцию: 30.04.19; поступила после доработки: 25.05.19; принята к печати: 20.06.19

## ANALYSIS OF THE VISCERAL PERFUSION STRATEGIES DURING INFANT AORTIC ARCH RECONSTRUCTION

Yu.Yu. Kulyabin<sup>✉</sup>, A.Yu. Omelchenko, I.A. Soynov, A.V. Zubritskiy, A.V. Voytov, A.V. Gorbatykh, Yu.N. Gorbatykh

Для корреспонденции: Кулябин Юрий Юрьевич, e-mail: y.y.coolyabin@gmail.com, тел. +7 (953) 888-98-90, +7 (383) 332-24-37; адрес: 630055, Россия, г. Новосибирск, ул. Речкуновская, д. 15

Corresponding author: Kulyabin Yuriy Yu., e-mail: y.y.coolyabin@gmail.com, phones: +7 (953) 888-98-90, +7 (383) 332-24-37; address: Russian Federation, 630055, Novosibirsk, 15 Rechkunovskaya St.

*Meshalkin National Medical Research Center of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, 15, Rechkunovskaya St., Novosibirsk, Russian Federation, 630055*

### Highlights

- The article reports the first preliminary results of a retrospective comparative study of continuous regional perfusion in children using the pseudorandom process.
- The risks for developing acute kidney injury in the early postoperative period in infants who have undergone aortic arch reconstruction have been evaluated.

|                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Aim</b>        | To compare the effects of continuous regional perfusion methods for infant aortic arch repair on the incidence of acute renal dysfunction and mortality in the early postoperative period.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Methods</b>    | A total of 121 infants who underwent aortic arch reconstruction in the period from June 2007 to December 2017 were included in the study. Patients were 1:1 propensity score matched using the nearest-neighbor methodology. Sixty-two patients (median age 14 (interquartile range (IQR) [8; 23]) days) were selected for the retrospective analysis and divided in two groups: those who underwent repair with selective antegrade cerebral perfusion (SACP) (SACP group, 31 patients) at 23–26°C and those who received whole brain perfusion and additional lower body perfusion (double arterial cannulation (DAC) group, 31 patients) at 28–32°C.                                                                                                             |
| <b>Results</b>    | In-hospital mortality was 3.2% in the DAC group (3.2%) and 12.8% in the SACP group, respectively ( $p = 0.03$ ). More patients from the SACP group required an open chest after operation ( $p = 0.013$ ). Patients from the DAC group had shorter open chest duration ( $p = 0.002$ ) and shorter length of stay in the intensive care unit (ICU) ( $p = 0.035$ ). There were no differences in the need for renal replacement therapy ( $p = 0.20$ ) and rate of creatinine level progression during the first three postoperative days between the groups ( $p = 0.53$ ). The body mass of less than 2 kilos predisposes patients to the onset of acute renal dysfunction ( $p = 0.013$ ), which was found to be a predictor of early mortality ( $p = 0.038$ ). |
| <b>Conclusion</b> | Lower body perfusion reported similar results to SACP in terms of the onset of acute renal dysfunction, but was superior in terms of lower mortality and shorter lengths of stay in the ICU.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Keywords</b>   | Congenital heart disease • Aortic arch reconstruction • Multiple organ dysfunction • Acute kidney injury                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

*Received: 30.04.19; received in revised form: 25.05.19; accepted: 20.06.19*

### Список сокращений

|      |                                            |      |                                              |
|------|--------------------------------------------|------|----------------------------------------------|
| ОПД  | – острая почечная дисфункция               | БЦС  | – брахиоцефальный ствол                      |
| ИК   | – искусственное кровообращение             | ОСП  | – объемная скорость перфузии                 |
| ГОК  | – гипотермическая остановка кровообращения | ОРИТ | – отделение реанимации и интенсивной терапии |
| АПГМ | – антеградная перфузия головного мозга     | ЗПТ  | – заместительная почечная терапия            |
| ДАК  | – двойная артериальная канюляция           |      |                                              |

### Введение

Реконструкция дуги аорты у детей является одним из наиболее сложных хирургических вмешательств ввиду высокого риска послеоперационных осложнений [1–4]. Чаще всего у детей первого года жизни встречается острая почечная дисфункция (ОПД), так как органы и ткани скомпрометированы обструкцией системного кровотока и предрасположены к гипоксическому повреждению. Кроме того само по себе хирургическое вмешательство, подразумевающее использование длительного искусственного кровообращения (ИК), является непосредственным фактором риском развития неблагоприятных явлений.

Перфузиологические стратегии защиты внутренних органов включают глубокую гипотермическую остановку кровообращения (ГОК) или антеградную перфузию головного мозга (АПГМ) в условиях умеренной гипотермии. Выбор методов перфузиологического пособия зависит от принятого в конкретной клинике стандарта перфузионного обеспечения. В настоящее время многие центры стараются по возможности избежать использования ГОК, что сокращает тем самым время ИК и ишемию тканей. Однако преимущество АПГМ над ГОК не так однозначно [5–7]. Использование

Перфузиологические стратегии защиты внутренних органов включают глубокую гипотермическую остановку кровообращения (ГОК) или антеградную перфузию головного мозга (АПГМ) в условиях умеренной гипотермии. Выбор методов перфузиологического пособия зависит от принятого в конкретной клинике стандарта перфузионного обеспечения. В настоящее время многие центры стараются по возможности избежать использования ГОК, что сокращает тем самым время ИК и ишемию тканей. Однако преимущество АПГМ над ГОК не так однозначно [5–7]. Использование

дополнительной артериальной канюли во время АПГМ для перфузии нижней половины тела – двойная артериальная канюляция (ДАК), подразумевает более надежную защиту почек во время вмешательства. На данный момент имеются ограниченное число исследований, описывающих результаты использования метода [8–10].

**Цель** нашего ретроспективного исследования оценить эффективность использования ДАК в сравнении с селективной АПГМ в отношении развития ОПД и летальности в раннем послеоперационном периоде у детей с обструктивной патологией дуги аорты.

Материал и методы

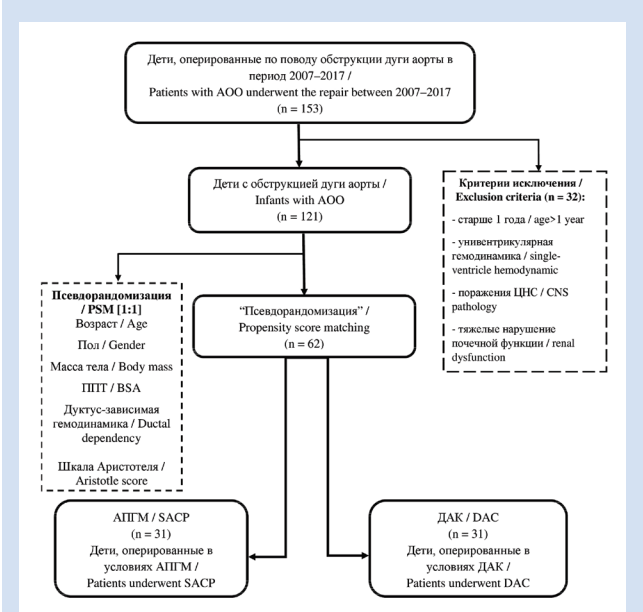
Родители подписывали согласие на проведение хирургического вмешательства в условиях ИК.

153 пациента в возрасте до 1 года были оперированы по поводу обструкции дуги аорты на базе ФГБУ НМИЦ в период с июнь 2007 по декабрь 2017 гг. В анализ включены дети с перерывом дуги аорты, коарктацией аорты с выраженной гипоплазией дуги аорты с/без сопутствующих септальных дефектов. Пациенты с унiventрикулярной гемодинамикой и дети с выраженной почечной дисфункцией не включались в исследование (Рис. 1).

Мы использовали метод propensity score matching с использованием логистической регрессии для составления однородных равных групп с включением следующих характеристик: возраст (p = 0,75), пол (p = 0,73), масса тела (p = 0,85), площадь поверхности тела (p = 0,89), дуктус-зависимая гемодинамика (p = 0,77), Aristotle basic score (p = 0,83) (Табл. 1). Из 121 пациента для дальнейшего анализа были отобраны 62 ребенка, которые разделились на две группы в зависимости от использованной стратегии перфузии: АПГМ группа (31 пациент) – дети с селективной перфузией головного мозга; ДАК группа (31 пациент) – дети с перфузией головного мозга и дополнительной канюляцией нисходящей аорты.

Всем пациентам до операции выполнялись

трансторакальная эхокардиография (ТТЭхоКГ) и мультиспиральная компьютерная томография с контрастированием (МСКТ) для уточнения анатомии и определения размеров дуги аорты, восходящего отдела аорты и диаметра аортального кольца. Пиковый систолический градиент на уровне перешейка от 20 мм рт.ст. и выше с градиентом давления между руками и ногами считались признаками коарктации аорты. Реконструкция дуги аорты в условиях ИК осуществлялась при показателях z-score проксимального сегмента дуги аорты от -2 и ниже. При наличии сопутствующих аномалий выполнялась их одномоментная коррекция. В течение 3 суток после операции оценивался уровень креатинина крови для определения признаков ОПД с использованием шкалы pediatric RIFLE.



**Рисунок 1.** Дизайн исследования  
**Примечание:** АПГМ – антеградная перфузия головного мозга; ДАК – двойная артериальная канюляция; ППП – площадь поверхности тела; ЦНС – центральная нервная система.  
**Figure 1.** Flow chart of the study design  
**Note:** AAO – aortic arch obstruction; BSA – body surface area; CNS – central nervous system; DAC – double arterial cannulation; PSM – propensity score matching; SACP – selective antegrade cerebral perfusion.

**Таблица 1.** Базовые характеристики пациентов после псевдорандомизации. Представлена медиана (межквартильный интервал) и числовой показатель (%)  
**Table 1.** Baseline characteristics of patients after propensity score matching. Data are presented as a median (interquartile range) and percent (%)

| Характеристика / Parameters                             | Группа АПГМ / SACP group (n = 31) | Группа ДАК / DAC group (n = 31) | D    | P    |
|---------------------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|------|------|
| Возраст, сут / Age, days                                | 14 (6; 23)                        | 17 (18; 26)                     | -9,7 | 0,75 |
| Мужской пол, % / Male, %                                | 54                                | 58                              | -8,9 | 0,73 |
| Масса тела, кг / Body mass, kg                          | 3,8 (2,8; 4,9)                    | 4 (3; 5,1)                      | -4,7 | 0,85 |
| Площадь поверхности тела, м² / Body surface area, m²    | 0,2 (0,19; 0,21)                  | 0,21 (0,19; 0,22)               | -3,7 | 0,89 |
| Дуктус-зависимая гемодинамика, % / Ductus dependency, % | 45                                | 41                              | 7,3  | 0,77 |
| Aristotle basic score                                   | 13,5 (13,0; 16,5)                 | 13,0 (13,0; 17,0)               | 5,1  | 0,83 |

**Примечание:** АПГМ – антеградная перфузия головного мозга; ДАК – двойная артериальная канюляция.  
**Notes:** SACP – selective antegrade cerebral perfusion; DAC – double arterial cannulation.

### Хирургическая техника

Хирургическая коррекция выполнялась через срединный стернотомный доступ во всех случаях. Мы использовали бикавальную канюляцию или устанавливали моноканюлю в ушко правого предсердия. В качестве кардиоплегического раствора использовался Кустодиол (Dr. Kohler Pharma, Alsbach-Hahnlein, Germany).

При использовании АПГМ мы пришивали 4 мм сосудистый протез из политетрафторэтилена (ПТФЭ) (W.L. Gore & Associates, Flagstaff, Arizona) к брахиоцефальному стволу (БЦС), через который устанавливали 8 Fr артериальную канюлю. При наличии дуктус-зависимого кровотока вторая артериальная канюля устанавливалась через открытый артериальный проток на момент охлаждения пациента. По достижении 23–26°C лигированный артериальный проток пересекался, оставалась единственная канюля в БЦС и объемная скорость перфузии (ОСП) снижалась до 30–50 мл/кг/мин. После закрытия брахиоцефальных сосудов и восходящей аорты кардиоплегический раствор доставлялся в аортальный корень. Для оценки адекватности перфузии тканей мы использовали параинфракрасную спектроскопию (NIRS). Во время АПГМ выполнялась реконструкция дуги аорты с использованием одной из хирургических техник.

При использовании ДАК мы приподнимали верхушку сердца после начала ИК, вскрывали задний листок перикарда между диафрагмальными нервами и выделяли нисходящий отдел грудной аорты, куда устанавливали 6Fr артериальную канюлю (Рис. 2). Для ДАК мы использовали поверхностное охлаждение (28–32°C) с полной ОСП – 150 мл/кг/мин.

Для реконструкции дуги аорты мы использовали одну из техник: анастомоз конец-в-бок, расширенный косой анастомоз конец-в-конец с пластикой дополнительным материалом (аутоперикард, ксеноперикард, лоскут легочного гомографта), процедуру «ascending sliding» [16].

### Статистический анализ

Мы использовали тест Шапиро-Уилка для проверки нормального распределения данных для непрерывных переменных. Непрерывные данные указаны в качестве медианы с интерквартильным интервалом. Категориальные данные указаны в качестве процентов (%).

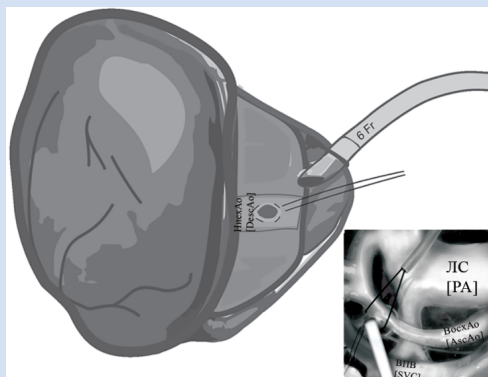
Для межгруппового сравнения непрерывных данных использовался тест Манна-Уитни, для сравнения групп с категориальными данными – хи-квадрат или тест Фишера.

Для выявления предикторов развития неблагоприятных исходов использовалась логистическая регрессия Кокса с однофакторным и многофакторным анализом. Статистически значимым считалось значение  $p < 0,05$ .

Статистическая обработка проводилась с использованием программного обеспечения Stata 13 (StataCorp LP, College Station, TX, USA).

### Результаты

Ранняя летальность в группе ДАК составила 3,2%, в группе АПГМ – 12,8% ( $p = 0,03$ ). У пациентов, оперированных в условиях ДАК, время ИК было значительно меньше, чем в группе АПГМ ( $p = 0,011$ ) (Табл. 2).



**Рисунок 2.** Схема двойной артериальной канюляции  
**Примечание:** ВосхАо – восходящая аорта; ВПВ – верхняя полая вена; ЛС – легочный ствол; НисхАо – нисходящая аорта.  
**Figure 2.** Double arterial cannulation schematically  
**Note:** AscAo – ascending aorta; DescAo – descending aorta; PA – pulmonary artery; SVC – superior vena cava.

**Таблица 2.** Интраоперационные и послеоперационные данные. Представлена медиана (межквартильный интервал) и числовой показатель (%)

**Table 2.** Intraoperative and postoperative data. Data are presented as a median (interquartile range) and percent (%)

| Характеристика / Parameters                                           | Группа АПГМ / SACP group (n = 31) | Группа ДАК / DAC group (n = 31) | P     |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|-------|
| Время ИК, мин / CPB time, min                                         | 126 (105; 160)                    | 109 (62; 126)                   | 0,011 |
| Окклюзия аорты, мин / Aortic cross-clamp, min                         | 50 (39; 75)                       | 41 (23; 44)                     | 0,003 |
| Хирургический диастаз раны, % / Open chest, %                         | 83,8%                             | 54,8%                           | 0,013 |
| Длительность хирургического диастаза, сут / Open chest duration, days | 2 (1;3)                           | 1 (0;1)                         | 0,002 |
| Длительность хирургического диастаза, сут / Open chest duration, days | 2 (1;3)                           | 1 (0;1)                         | 0,002 |
| Пребывание в ОРИТ, сут / ICU length of stay, days                     | 11 (7; 15)                        | 7 (5; 10)                       | 0,035 |
| Инотропная поддержка, сут / Inotropic support, days                   | 7 (4; 10)                         | 4 (3; 6)                        | 0,02  |
| Летальность, % / Mortality, %                                         | 12,8%                             | 3,2%                            | 0,03  |

**Примечание:** АПГМ – антеградная перфузия головного мозга; ДАК – двойная артериальная канюляция; ИК: искусственное кровообращение; ЗПТ – заместительная почечная терапия; ОРИТ – отделение реанимации и интенсивной терапии.

**Notes:** SACP – selective antegrade cerebral perfusion; DAC – double arterial cannulation; CPB – cardiopulmonary bypass; RRT – renal replacement therapy; ICU – intensive care unit.

Пациенты из группы ДАК нуждались в менее длительной инотропной поддержке относительно пациентов из группы АПГМ (0,02). В группе АПГМ потребность в открытой стернотомной ране, а также в длительном хирургическом диастазе раны была значительно выше, чем у пациентов из группы ДАК ( $p = 0,013$  и  $p = 0,002$ , соответственно). Таким образом, пациенты из группы ДАК быстрее переводились из отделения реанимации (ОРИТ) ( $p = 0,035$ ).

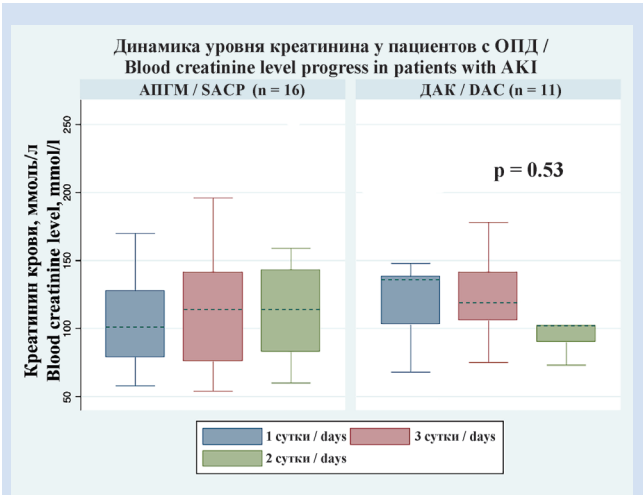
В отношении развития ОПД и потребности в заместительной почечной терапии (ЗПТ) статистической значимой разницы между группами мы не выявили ( $p = 0,20$ ), также не было различий в динамике уровня креатинина в течение трех дней после операции ( $p = 0,53$ ) (Рис. 3).

Значимым фактором развития ранней летальности была ОПД, требующая ЗПТ в первые дни послеоперационного периода (Табл. 3). В свою очередь масса тела менее 2 кг явилась предиктором развития ОПД после хирургической коррекции (Табл. 4).

Обсуждение

Выбор оптимального метода перфузиологической защиты во время реконструкции дуги аорты у детей остаётся по-прежнему дискуссионным. Существует лишь несколько рандомизированных исследований по детской популяции пациентов, которые не позволяют сделать однозначных выводов от-

носительно того или иного метода [5, 11–13]. Более того, вариативность использования метода АПГМ – температурный режим, редукция ОСП, миокардиальная перфузия – приводит различные результаты. ОПД является предиктором ранней летальности у пациентов после коррекции обструкции дуги аорты. Почечная функция является наиболее уязвимой для детей первого года жизни с обструкцией



**Рисунок 3.** Динамика уровня креатинина в послеоперационном периоде у пациентов с почечной дисфункцией  
**Примечание:** АПГМ – антеградная перфузия головного мозга; ДАК – двойная артериальная канюляция; ОПД – острая почечная дисфункция.  
**Figure 3.** Creatinine blood level progress in patients with acute kidney injury  
**Note:** SACP – selective antegrade cerebral perfusion; DAC – double arterial cannulation; AKI – acute kidney dysfunction.

| Таблица 3. Анализ факторов риска ранней летальности |                            |       |                               |       |
|-----------------------------------------------------|----------------------------|-------|-------------------------------|-------|
| Table 3. Risk factor analysis for mortality         |                            |       |                               |       |
| Характеристика / Parameters                         | Однофакторный / Univariate | p     | Многофакторный / Multivariate | P     |
| Тип перфузии / Perfusion type                       | 14,28 [1,69–120,20]        | 0,014 | 6,54 [0,57–74,62]             | 0,13  |
| Возраст <1 недели / Age <1 week                     | 1,03 [1,00–1,06]           | 0,052 | –                             | –     |
| Масса тела <2 кг / Body mass <2 kg                  | 3,88 [1,28–11,74]          | 0,016 | 1,33 [0,33–5,35]              | 0,68  |
| ЗПТ / RRT                                           | 0,05 [0,005–0,42]          | 0,006 | 0,062 [0,004–0,86]            | 0,038 |
| Окклюзия аорты >40 мин / Aortic cross-clamp >40 min | 0,99 [0,097–1,020]         | 0,80  | –                             | –     |
| Хирургический диастаз раны / Open chest             | 0,64 [0,44–0,94]           | 0,024 | 0,53 [0,002–130,13]           | 0,82  |

**Примечание:** ЗПТ – заместительная почечная терапия.  
**Notes:** RRT – renal replacement therapy.

| Таблица 4. Анализ факторов риска развития острой почечной дисфункции |                            |       |                               |       |
|----------------------------------------------------------------------|----------------------------|-------|-------------------------------|-------|
| Table 4. Risk factor analysis for acute kidney injury                |                            |       |                               |       |
| Характеристика / Parameters                                          | Однофакторный / Univariate | p     | Многофакторный / Multivariate | P     |
| Тип перфузии / Perfusion type                                        | 0,71 [0,43–1,19]           | 0,20  | –                             | –     |
| Возраст <1 недели / Age <1 week                                      | 0,97 [0,95–0,98]           | 0,003 | 0,99 [0,97–1,02]              | 0,84  |
| Масса тела <2 кг / Body mass <2 kg                                   | 0,21 [0,091–0,52]          | 0,001 | 0,24 [0,08–0,74]              | 0,013 |
| Гипотермия / Hypothermia                                             | 0,93 [0,85–1,029]          | 0,17  | -0                            | –     |
| Окклюзия аорты >40 мин / Aortic cross-clamp >40 min                  | 1,036 [1,00–1,074]         | 0,048 | 2,2 [0,57–8,46]               | 0,25  |
| ИК >120 мин / CPB >120min                                            | 1,0001 [0,98–1,012]        | 0,98  | –                             | –     |

**Примечание:** ИК – искусственное кровообращение.  
**Notes:** CPB – cardiopulmonary bypass.

системного кровотока, а по нашим данным, пациенты с массой тела менее 2 кг были чаще других предрасположены к развитию ОПД в раннем послеоперационном периоде. Оптимальный метод перфузиологической защиты должен быть направлен не только на сохранение почечной функции, но и на обеспечение удобства операционного поля и сокращения времени ИК. В 1996 г. Asou предложил метод АПГМ [14], показав снижение частоты развития послеоперационных осложнений относительно ГОК. Однако точный механизм сохранения почечной функции остаётся неясным. Pigula предположил, что коллатеральный кровоток от верхней части тела способен обеспечить адекватную перфузию и нижней половины тела [15]. Некоторые авторы предположили, что снижение частоты ОПД при АПГМ достигается за счет избегания глубокой гипотермии и сокращения времени ИК, благодаря чему уменьшается выраженность синдрома капиллярной утечки, системного воспалительного ответа и кровотечения. В противопоставление данной гипотезе Корнилов и соавт. показали в ретроспективном исследовании, что пациенты после АПГМ в условиях умеренной гипотермии имели ОПД чаще, чем те, кто оперировался в условиях глубокой гипотермии, таким образом указав на протективные свойства гипотермии даже в условиях АПГМ [6].

В 1999 г. группа японских авторов предложила усовершенствовать метод АПГМ, устанавливая перфузию нижней половины тела, обеспечив перфузию всего тела [8]. Данная методика не получила широкого распространения, однако в последующем Hammel с соавторами показали, что ДАК значительно улучшает почечную функцию в сравнении с АПГМ, однако стоит заметить, что АПГМ в их исследовании осуществлялось в условиях глубокой гипотермии [10]. Несмотря на оптимистичные результаты, мы не получили значительной разницы относительно ОПД между группами ДАК и АПГМ, в том числе по динамике креатинина за первые трое суток после операции. Однако ранний послеоперационный период протекал более благоприятно у пациентов после ДАК, они имели меньшую частоту хирургического диастаза грудины и быстрее переводились из ОРИТ. Более того, длительность хирургического диастаза у детей из группы ДАК была значительно меньше, возможно, благодаря уменьшению времени ИК и меньшему проявлению ИК-ассоциированных осложнений.

В 1999 г. Sano и Mee опубликовали опыт применения миокардиальной перфузии в условиях глубокой гипотермии во время реконструкции аортальной дуги [16]. В 2001 г. Masuda и соавторы показали, что дополнительная миокардиальная перфузия при АПГМ эффективно применяется у

новорожденных детей [17]. Техника «работающего сердца» в настоящее время широко применяется при коррекции изолированной коарктации с гипоплазией дуги аорты и во время пластики дуги аорты при сложных аномалиях [18–22]. Метод ДАК может быть еще эффективнее с применением миокардиальной перфузии, обеспечивая, таким образом, тотальную перфузию, однако методика технически затратна и осложняет работу хирурга в операционном поле, особенно у новорожденных детей [23].

### Ограничения

Несмотря на использование метода propensity score данное исследование имеет недостатки, свойственные ретроспективному дизайну. Малый размер выборки, полученный в результате псевдорандомизации, может влиять на достоверность полученных результатов. Хотя все пациенты сопоставимы по шкале Aristotle, большинство имели аортальную обструкцию в сочетании с внутрисердечными аномалиями, которые дополнительно могли влиять на почечную функцию и потребовать большего времени коррекции.

### Заключение

Пациенты с обструкцией дуги аорты подвержены высокому риску возникновения неблагоприятного исхода. Дети с массой тела менее 2 кг особенно предрасположены к развитию ОПД в раннем послеоперационном периоде. Потребность в ЗПТ в первые дни после операции является предиктором ранней летальности. Оптимальная перфузиологическая защита внутренних органов во время операции крайне важна для обеспечения удовлетворительных результатов коррекции. Методика ДАК в условиях поверхностной гипотермии не имеет различий относительно частоты развития ОПД по сравнению с АПГМ, хотя достоверно снижает летальность и благоприятно влияет на течение раннего послеоперационного периода, сокращая срок пребывания в ОРИТ.

### Конфликт интересов

Ю.Ю. Кулябин заявляет об отсутствии конфликта интересов. А.Ю. Омельченко заявляет об отсутствии конфликта интересов. И.А. Сойнов заявляет об отсутствии конфликта интересов. А.В. Зубрицкий заявляет об отсутствии конфликта интересов.

А.В. Войтов заявляет об отсутствии конфликта интересов. А.В. Горбатов заявляет об отсутствии конфликта интересов. Ю.Н. Горбатов заявляет об отсутствии конфликта интересов.

### Финансирование

Авторы заявляют об отсутствии финансирования исследования.

**Информация об авторах**

*Кулябин Юрий Юрьевич*, врач-сердечно-сосудистый хирург, младший научный сотрудник отделения детской кардиохирургии и врожденных пороков сердца Федерального государственного бюджетного учреждения “Национальный медицинский исследовательский центр имени академика Е.Н. Мешалкина” Министерства здравоохранения Российской Федерации, Новосибирск, Российская Федерация;

*Омельченко Александр Юрьевич*, кандидат медицинских наук, врач-сердечно-сосудистый хирург, старший научный сотрудник отделения детской кардиохирургии и врожденных пороков сердца Федерального государственного бюджетного учреждения “Национальный медицинский исследовательский центр имени академика Е.Н. Мешалкина” Министерства здравоохранения Российской Федерации, Новосибирск, Российская Федерация;

*Сойнов Илья Александрович*, кандидат медицинских наук, врач-сердечно-сосудистый хирург, старший научный сотрудник отделения детской кардиохирургии и врожденных пороков сердца Федерального государственного бюджетного учреждения “Национальный медицинский исследовательский центр имени академика Е.Н. Мешалкина” Министерства здравоохранения Российской Федерации, Новосибирск, Российская Федерация;

*Зубрицкий Алексей Викторович*, кандидат медицинских наук, врач-сердечно-сосудистый хирург, младший научный сотрудник отделения детской кардиохирургии и врожденных пороков сердца Федерального государственного бюджетного учреждения “Национальный медицинский исследовательский центр имени академика Е.Н. Мешалкина” Министерства здравоохранения Российской Федерации, Новосибирск, Российская Федерация;

*Войтов Алексей Викторович*, врач-сердечно-сосудистый хирург, младший научный сотрудник отделения детской кардиохирургии и врожденных пороков сердца Федерального государственного бюджетного учреждения “Национальный медицинский исследовательский центр имени академика Е.Н. Мешалкина” Министерства здравоохранения Российской Федерации, Новосибирск, Российская Федерация;

*Горбатов Артём Викторович*, кандидат медицинских наук, врач-сердечно-сосудистый хирург, младший научный сотрудник отделения детской кардиохирургии и врожденных пороков сердца Федерального государственного бюджетного учреждения “Национальный медицинский исследовательский центр имени академика Е.Н. Мешалкина” Министерства здравоохранения Российской Федерации, Новосибирск, Российская Федерация;

*Горбатов Юрий Николаевич*, доктор медицинских наук, врач-сердечно-сосудистый хирург, ведущий научный сотрудник отделения детской кардиохирургии и врожденных пороков сердца Федерального государственного бюджетного учреждения “Национальный медицинский исследовательский центр имени академика Е.Н. Мешалкина” Министерства здравоохранения Российской Федерации, Новосибирск, Российская Федерация.

**Вклад авторов в статью**

*КЮЮ* – интерпретация данных исследования, написание статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание;

*ОАЮ* – интерпретация данных исследования, корректура статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание;

**Author Information Form**

*Kulyabin Yuriy Yu.*, MD, cardiac surgeon, research assistant at the Department of Congenital Heart Disease, Meshalkin National Medical Research Center of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Novosibirsk, Russian Federation;

*Omelchenko Alexander Yu.*, MD, PhD, cardiac surgeon, senior researcher the Department of Congenital Heart Disease, Meshalkin National Medical Research Center of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Novosibirsk, Russian Federation;

*Soynov Ilya A.*, MD, PhD, cardiac surgeon, senior researcher at the Department of Congenital Heart Disease, Meshalkin National Medical Research Center of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Novosibirsk, Russian Federation;

*Zubritskiy Alexey V.*, MD, PhD, cardiac surgeon, research assistant at the Department of Congenital Heart Disease, Meshalkin National Medical Research Center of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Novosibirsk, Russian Federation;

*Voytov Alexey V.*, MD, cardiac surgeon, research assistant at the Department of Congenital Heart Disease, Meshalkin National Medical Research Center of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Novosibirsk, Russian Federation;

*Gorbatykh Artem V.*, MD, PhD, cardiac surgeon, research assistant at the Department of Congenital Heart Disease, Meshalkin National Medical Research Center of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Novosibirsk, Russian Federation;

*Gorbatykh Yuriy N.*, MD, PhD, cardiac surgeon, leading researcher at the Department of Congenital Heart Disease, Meshalkin National Medical Research Center of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Novosibirsk, Russian Federation.

**Author Contribution Statement**

*KYuYu* – data interpretation, manuscript writing, approval of the final version, fully responsible for the content;

*OAYu* – data interpretation, editing, approval of the final version, fully responsible for the content;

*СИА* – анализ данных исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание;

*ЗАВ* – интерпретация данных исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание;

*ВAB* – интерпретация данных исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание;

*ГAB* – интерпретация данных исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание;

*ГЮН* – вклад в концепцию исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание.

*SIA* – data analysis, editing, approval of the final version, fully responsible for the content;

*ZAV* – data interpretation, editing, approval of the final version, fully responsible for the content;

*VAV* – data interpretation, editing, approval of the final version, fully responsible for the content;

*GAV* – data interpretation, editing, approval of the final version, fully responsible for the content;

*UYuN* – contribution to the concept of the study, editing, approval of the final version, fully responsible for the content.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Cooper D.S., Charpie J.R., Flores F.X., William G.J., Salvin J.W., Devarajan P., Krawczeski, C.D. Acute kidney injury and critical cardiac disease. *World J Pediatr Congenit Heart Surg* 2011; 2: 411–23. doi: <https://doi.org/10.1177/2150135111407214>
- Arnaoutakis G.J., Bihorac A., Martin T.D., Hess P.J. Jr., Klodell C.T., Ejaz A.A. et al. RIFLE criteria for acute kidney injury in aortic arch surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2007;134(6):1554-60. doi: 10.1016/j.jtcvs.2007.08.039
- Rajagopal S.K., Emani S.M., Roy N., Westgate L., Bacha E.A. Acute kidney injury and regional abdominal perfusion during neonatal aortic arch reconstruction. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2010;140(2):453-8. doi: 10.1016/j.jtcvs.2010.03.034
- Казанцев А.Н., Ануфриев А.И., Нохрин А.В., Бедин А.В. Этапное хирургическое лечение пациента с коарктацией аорты в сочетании с абберантной правой подключичной артерией. Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. 2017; 6 (2). doi: <https://doi.org/10.17802/2306-1278-2017-2-118-122>
- Algra S.O., Jansen N.J., van der Tweel I., Schouten A.N., Groenendaal F., Toet M. et al. Neurological injury after neonatal cardiac surgery: a randomized, controlled trial of 2 perfusion techniques. *Circulation*. 2014;129(2):224-33. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.113.003312
- Kornilov I.A., Sinelnikov Y.S., Soinov I.A., Ponomarev D.N., Kshanovskaya M.S., Krivoshepkina A.A. et al. Outcomes after aortic arch reconstruction for infants: deep hypothermic circulatory arrest versus moderate hypothermia with selective antegrade cerebral perfusion. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2015;48(3):e45-50. doi: 10.1093/ejcts/ezv235.
- Goldberg C.S., Bove E.L., Devaney E.J., Mollen E., Schwartz E., Tindall S. et al. A randomized clinical trial of regional cerebral perfusion versus deep hypothermic circulatory arrest: outcomes for infants with functional single ventricle. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2007;133(4):880-7. doi: 10.1016/j.jtcvs.2006.11.029
- Imoto Y., Kado H., Shiokawa Y., Kanegae Y., Fukae K., Iwaki H. et al. Descending aorta perfusion through median sternotomy in primary repair of aortic interruption complex. *Kyobu Geka*. 1999;52(5):372-5.
- Cesnjevar R.A., Purbojo A., Muench F., Juengert J., Rueffler A. Goal-directed-perfusion in neonatal aortic arch surgery. *Transl Pediatr*. 2016;5(3):134-141. doi: 10.21037/tp.2016.07.03
- Hammel J.M., Deptula J.J., Karamlou T., Wedemeyer E., Abdullah I., Duncan K.F. Newborn aortic arch reconstruction with descending aortic cannulation improves postoperative renal function. *Ann Thorac Surg*. 2013;96(5):1721-6. doi: 10.1016/j.athoracsur.2013.06.033.
- Algra S.O., Kornmann V.N., van der Tweel I., Schouten A.N., Jansen N.J., Haas F. Increasing duration of circulatory arrest, but not antegrade cerebral perfusion, prolongs postoperative recovery after neonatal cardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2012;143(2):375-82. doi: 10.1016/j.jtcvs.2011.08.006.
- Сойнов И.А., Кулябин Ю.Ю., Корнилов И.А., Синельников Ю.С., Омельченко А.Ю., Ничай Н.Р. и др. Результаты коррекции дуги аорты у младенцев: глубокая гипотермия или селективная антеградная перфузия головного мозга. Забайкальский медицинский вестник. 2018; №1:25-36.
- Сойнов И.А., Кулябин Ю.Ю., Омельченко А.Ю., Ничай Н.Р., Войтов А.В., Горбатов А.В. и др. Качество жизни пациентов после коррекции коарктации аорты. Медицинский альманах. 2017; 3(48): 38-40. doi: <https://doi.org/10.21145/2499-9954-2017-3-38-40>
- Asou T., Kado H., Imoto Y., Shiokawa Y., Tominaga R., Kawachi Y. et al. Selective cerebral perfusion technique during aortic arch repair in neonates. *Ann Thorac Surg*. 1996;61(5):1546-8.
- Pigula F.A., Gandhi S.K., Siewers R.D., Davis P.J., Webber S.A., Nemoto E.M. Regional low-flow perfusion provides somatic circulatory support during neonatal aortic arch surgery. *Ann Thorac Surg* 2001;72(2):401-6. doi: 10.1016/s0003-4975(01)02727-8
- Sano S., Mee R.B. Isolated myocardial perfusion during arch repair. *Ann Thorac Surg*. 1990;49(6):970-2.
- Masuda Z., Ishino K., Kato G., Ito A., Asai T., Kuriyama M. et al. Isolated cerebral and myocardial perfusion during aortic arch repair in neonates. *J Cardiol*. 2001;38(3):163-8.
- Chen H., Zhang H., Hong H., Zhu Z., Liu J. Outcome of Continuous Cerebral and Myocardial Perfusion Under Mild Hypothermia for Aortic Coarctation with Ventricular Septal Defect Repair. *J Card Surg*. 2013;28(1):64-9. doi: 10.1111/jocs.12046
- Turkoz R., Saritas B., Ozker E., Vuran C., Yoruker U., Balci S. et al. Selective cerebral perfusion with aortic cannulation and short-term hypothermic circulatory arrest in aortic arch reconstruction. *Perfusion*. 2014;29(1):70-4. doi: 10.1177/0267659113496581.
- Kotani Y., Ishino K., Kasahara S., Yoshizumi K., Honjo O., Kawada M. et al. Continuous cerebral and myocardial perfusion during aortic arch repair in neonates and infants. *ASAIO J*. 2006;52(5):536-8. doi: 10.1097/01.mat.0000235276.77489.bb
- Turek J.W., Hanfland R.A., Davenport T.L., Torres J.E., Duffey D.A., Patel S.S. et al. Norwood reconstruction using continuous coronary perfusion: a safe and translatable technique. *Ann Thorac Surg*. 2013;96(1):219-23. doi: 10.1016/j.athoracsur.2013.03.049
- Hoxha S., Abbasciano R.G., Sandrini C., Rossetti L., Menon T., Barozzi L. et al. Selective Cerebro-Myocardial Perfusion in Complex Neonatal Aortic Arch Pathology: Midterm Results. *Artif Organs*. 2018;42(4):457-463. doi: 10.1111/aor.13128.
- Kulyabin Y.Y., Gorbatykh Y.N., Soinov I.A., Nychay N.R., Zubritskiy A.V., Bogachev-Prokophiev A.V. Double arterial cannulation in the critical management of neonatal aortic arch obstruction with closed ductus arteriosus. *World Journal for Pediatric and Congenital Heart Surgery*. 2019;10(1):105-108. doi: 10.1177/2150135118790944.

## REFERENCES

- Cooper D.S., Charpie J.R., Flores F.X., William G.J., Salvin J.W., Devarajan P., Krawczeski, C.D. Acute kidney injury and critical cardiac disease. *World J Pediatr Congenit Heart Surg* 2011; 2: 411–23. doi: <https://doi.org/10.1177/2150135111407214>
- Arnaoutakis G.J., Bihorac A., Martin T.D., Hess P.J. Jr., Klodell C.T., Ejaz A.A. et al. RIFLE criteria for acute kidney injury in aortic arch surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2007;134(6):1554-60. doi: 10.1016/j.jtcvs.2007.08.039
- Rajagopal S.K., Emani S.M., Roy N., Westgate L., Bacha E.A. Acute kidney injury and regional abdominal perfusion during neonatal aortic arch reconstruction. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2010;140(2):453-8. doi: 10.1016/j.jtcvs.2010.03.034
- Kazantsev A.N., Anufriev A.I., Nokhrin A.V., Bedin A.V. Staged surgical treatment of subject with aortic coarctation on combination with aberrant right subclavian artery. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases.* 2017; 6(2) (in Russian). doi: <https://doi.org/10.17802/2306-1278-2017-2-118-122>
- Algra S.O., Jansen N.J., van der Tweel I., Schouten A.N., Groenendaal F., Toet M. et al. Neurological injury after neonatal cardiac surgery: a randomized, controlled trial of 2 perfusion techniques. *Circulation.* 2014;129(2):224-33. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.113.003312
- Kornilov I.A., Sinelnikov Y.S., Soinov I.A., Ponomarev D.N., Kshanovskaya M.S., Krivoschapkina A.A. et al. Outcomes after aortic arch reconstruction for infants: deep hypothermic circulatory arrest versus moderate hypothermia with selective antegrade cerebral perfusion. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2015;48(3):e45-50. doi: 10.1093/ejcts/ezv235.
- Goldberg C.S., Bove E.L., Devaney E.J., Mollen E., Schwartz E., Tindall S. et al. A randomized clinical trial of regional cerebral perfusion versus deep hypothermic circulatory arrest: outcomes for infants with functional single ventricle. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2007;133(4):880-7. doi: 10.1016/j.jtcvs.2006.11.029
- Imoto Y., Kado H., Shiokawa Y., Kanegae Y., Fukae K., Iwaki H. et al. Descending aorta perfusion through median sternotomy in primary repair of aortic interruption complex. *Kyobu Geka.* 1999;52(5):372-5.
- Cesnjevar R.A., Purbojo A., Muench F., Juengert J., Rueffler A. Goal-directed-perfusion in neonatal aortic arch surgery. *Transl Pediatr.* 2016;5(3):134-141. doi: 10.21037/tp.2016.07.03
- Hammel J.M., Deptula J.J., Karamlou T., Wedemeyer E., Abdullah I., Duncan K.F. Newborn aortic arch reconstruction with descending aortic cannulation improves postoperative renal function. *Ann Thorac Surg.* 2013;96(5):1721-6. doi: 10.1016/j.athoracsur.2013.06.033.
- Algra S.O., Kornmann V.N., van der Tweel I., Schouten A.N., Jansen N.J., Haas F. Increasing duration of circulatory arrest, but not antegrade cerebral perfusion, prolongs postoperative recovery after neonatal cardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2012;143(2):375-82. doi: 10.1016/j.jtcvs.2011.08.006.
- Soinov I.A., Kulyabin YuYu, Kornilov I.A., Sinelnikov YuS, Omelchenko AYU, Nichay NR et al. Results of repair of aortic arch in infants: deep hypothermia versus selective antegrade cerebral perfusion. *Zabaykalskiy medicinskiy vestnik.* 2018; 1:25-26 (in Russian).
- Soinov I.A., Kulyabin YuYu, Omelchenko AYU, Nichay NR, Voytov AV, Gorbatykh AV et al. Patient's life quality after correction of aortic coarctation. *Medicinskiy almanakh.* 2017; 3(4): 38-40 (in Russian). doi: <https://doi.org/10.21145/2499-9954-2017-3-38-40>
- Asou T., Kado H., Imoto Y., Shiokawa Y., Tominaga R., Kawachi Y. et al. Selective cerebral perfusion technique during aortic arch repair in neonates. *Ann Thorac Surg.* 1996;61(5):1546-8.
- Pigula F.A., Gandhi S.K., Siewers R.D., Davis P.J., Webber S.A., Nemoto E.M. Regional low-flow perfusion provides somatic circulatory support during neonatal aortic arch surgery. *Ann Thorac Surg* 2001;72(2):401-6. doi: 10.1016/s0003-4975(01)02727-8
- Sano S., Mee R.B. Isolated myocardial perfusion during arch repair. *Ann Thorac Surg.* 1990;49(6):970-2.
- Masuda Z., Ishino K., Kato G., Ito A., Asai T., Kuriyama M. et al. Isolated cerebral and myocardial perfusion during aortic arch repair in neonates. *J Cardiol.* 2001;38(3):163-8.
- Chen H., Zhang H., Hong H., Zhu Z., Liu J. Outcome of Continuous Cerebral and Myocardial Perfusion Under Mild Hypothermia for Aortic Coarctation with Ventricular Septal Defect Repair. *J Card Surg.* 2013;28(1):64-9. doi: 10.1111/jocs.12046
- Turkoz R., Saritas B., Ozker E., Vuran C., Yoruker U., Balci S. et al. Selective cerebral perfusion with aortic cannulation and short-term hypothermic circulatory arrest in aortic arch reconstruction. *Perfusion.* 2014;29(1):70-4. doi: 10.1177/0267659113496581.
- Kotani Y., Ishino K., Kasahara S., Yoshizumi K., Honjo O., Kawada M. et al. Continuous cerebral and myocardial perfusion during aortic arch repair in neonates and infants. *ASAIO J.* 2006;52(5):536-8. doi: 10.1097/01.mat.0000235276.77489.bb
- Turek J.W., Hanfland R.A., Davenport T.L., Torres J.E., Duffey D.A., Patel S.S. et al. Norwood reconstruction using continuous coronary perfusion: a safe and translatable technique. *Ann Thorac Surg.* 2013;96(1):219-23. doi: 10.1016/j.athoracsur.2013.03.049
- Hoxha S., Abbasciano R.G., Sandrini C., Rossetti L., Menon T., Barozzi L. et al. Selective Cerebro-Myocardial Perfusion in Complex Neonatal Aortic Arch Pathology: Midterm Results. *Artif Organs.* 2018;42(4):457-463. doi: 10.1111/aor.13128.
- Kulyabin Y.Y., Gorbatykh Y.N., Soinov I.A., Nichay N.R., Zubritskiy A.V., Bogachev-Prokophiev A.V. Double arterial cannulation in the critical management of neonatal aortic arch obstruction with closed ductus arteriosus. *World Journal for Pediatric and Congenital Heart Surgery.* 2019;10(1):105-108. doi: 10.1177/2150135118790944.

**Для цитирования:** Ю.Ю. Кулябин, А.Ю. Омельченко, И.А. Сойнов, А.В. Зубрицкий, А.В. Войтов, А.В. Горбатов, Ю.Н. Горбатов. Анализ методов непрерывной регионарной перфузии при реконструкции дуги аорты у детей. *Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний.* 2019; 8 (3): 43-51. DOI: 10.17802/2306-1278-2019-8-3-43-51

**To cite:** Yu.Yu. Kulyabin, A.Yu. Omelchenko, I.A. Soinov, A.V. Zubritskiy, A.V. Voytov, A.V. Gorbatykh, Yu.N. Gorbatykh. Analysis of the visceral perfusion strategies during infant aortic arch reconstruction. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases.* 2019; 8 (3): 43-51. DOI: 10.17802/2306-1278-2019-8-3-43-51