

КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ
АНЕСТЕЗИОЛОГИЯ И РЕАНИМАТОЛОГИЯ

УДК [616.12-089:616-005]-053.32

<https://doi.org/10.23946/2500-0764-2025-10-2-105-110>



ОСОБЕННОСТИ ИСКУССТВЕННОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ ПРИ КАРДИОХИРУРГИЧЕСКОМ ВМЕШАТЕЛЬСТВЕ У РЕБЕНКА ВЕСОМ 1,8 КГ: КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ

ЗИНЧУК П.В.¹✉, БАЛАХНИН Д.Г.², ИВКИН А.А.¹

¹Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний, бульвар имени академика Л.С. Барбараша, д. 6, г. Кемерово, 650002, Россия

²Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского, ул. Щепкина, д. 61/2, г. Москва, 129110, Россия

Основные положения

Ежегодный рост количества проводимых кардиохирургических вмешательств у детей в условиях искусственного кровообращения (ИК) сопровождается увеличением количества анестезиологических пособий среди новорожденных детей. Анестезиологическое ведение этих пациентов требует особенной деликатности и точности как со стороны обеспечения центрального венозного и артериального доступов, интубации трахеи и поддержания нормальной температуры тела, так и со стороны параметров вентиляции, начала, поддержания и отлучения от аппарата ИК, а также выбора и расчета дозы препаратов для индукции и поддержания анестезии и послеоперационного ведения ребенка. В этом клиническом случае мы описываем наш опыт проведения операции на открытом сердце в условиях ИК у ребенка весом 1,8 кг.

Резюме

Цель. Продемонстрировать возможность проведения и безопасность кардиохирургического вмешательства в условиях искусственного кровообращения у ребенка весом 1,8 кг. **Материалы и методы.** Представлен случай сердечно-сосудистой операции в условиях искусственного кровообращения у ребенка весом 1,8 кг. **Результаты.** Описаны основные сложности обеспечения анестезиологического пособия и процедуры искусственного кровообращения и пути их преодоления для возможности проведения кардиохирургического вмешательства. Представлены показатели лабораторной и инструментальной

диагностики и мониторинга показателей основных жизненных функций в периоперационном периоде, демонстрирующие безопасность проведенных манипуляций для ребенка. **Заключение.** Достижения современной сердечно-сосудистой хирургии и кардиоанестезиологии предоставляют возможность проведения операций в условиях искусственного кровообращения у недоношенных детей с низкой массой тела. В статье описаны особенности проведения кардиохирургической операции ребенку с массой тела 1,8 кг и доказана её безопасность.

Ключевые слова: искусственное кровообращение, кардиохирургия, недоношенные, анестезия

Корреспонденцию адресовать:

Зинчук Полина Вадимовна, 650002, Россия, г. Кемерово, бульвар имени академика Л.С. Барбараша, д. 6, E-mail: zpv2706@mail.ru

© Зинчук П. В. и др.

Соответствие принципам этики. Информированное согласие на включение данных в научную статью было подписано родителями пациента после получения полного разъяснения цели исследования.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Для цитирования: Зинчук П.В., Балахнин Д.Г., Ивкин А.А. Особенности искусственного кровообращения при кардиохирургическом вмешательстве у ребенка весом 1,8 кг: клинический случай. *Фундаментальная и клиническая медицина*. 2025;10(2):105-110. <https://doi.org/10.23946/2500-0764-2025-10-2-105-110>

Поступила:

31.01.2024

Поступила после доработки:

19.01.2025

Принята в печать:

11.03.2025

Дата печати:

31.03.2025

Сокращения

ИК – искусственное кровообращение
СВО – системный воспалительный ответ

ЭНМТ – экстремально низкая масса тела,
ПКВ – постконцептуальный возраст
ЗВУР – задержка внутриутробного развития
БЛД – бронхолегочная дисплазия

КОС – кислотно-основное состояние крови
preMUF – предварительная модифицированная ультрафильтрация

CASE REPORT

ANESTHESIOLOGY AND CRITICAL CARE MEDICINE

FEATURES OF CARDIOPULMONARY BYPASS IN CARDIAC SURGERY FOR A CHILD WEIGHING 1.8 KG: A CLINICAL CASE

POLINA V. ZINCHUK¹ ✉, DMITRY G. BALAKHNIN², ARTEM A. IVKIN¹

¹Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases,
Barbarash Boulevard, 6, Kemerovo, 650002, Russia

²Moscow Regional Research and Clinical Institute (MONIKI), Shchepkina Street, 61/2, Moscow, 129110, Russia

HIGHLIGHTS

The annual increase in the number of pediatric cardiac surgeries under cardiopulmonary bypass is accompanied by a corresponding rise in the number of anesthetic procedures administered to neonates. The anesthetic management of these patients requires exceptional delicacy and precision in establishing central venous and arterial access, performing tracheal intubation, maintaining normal body temperature, managing ventilation parameters, in initiating, maintaining, and weaning from cardiopulmonary bypass, as well as in selecting and calculating the dosages of drugs for anesthesia induction, maintenance, and postoperative care. In this clinical case, we describe our experience of performing open-heart surgery under cardiopulmonary bypass in a neonate weighing 1.8 kg.

Abstract

Aim. To demonstrate the feasibility and safety of performing cardiac surgery under cardiopulmonary bypass (CPB) in a child weighing 1.8 kg. **Materials and Methods.** We present a case of cardiovascular surgery under CPB in an infant with a body weight of 1.8 kg. **Results.** The major challenges associated with anesthetic management and CPB procedures are described, along with the strategies employed to overcome them in order to enable successful cardiac surgery. Laboratory and instrumental

diagnostic indicators and vital parameters of perioperative monitoring are presented to demonstrate the safety of the procedures performed in this patient. **Conclusion.** Advances in current cardiovascular surgery and cardiac anesthesiology enable the performance of CPB-assisted operations in premature infants with low body weight. This article outlines the specific features of conducting cardiac surgery in a patient weighing 1.8 kg and provides evidence of its safety.

Keywords: cardiopulmonary bypass, cardiac surgery, premature infants, anaesthesia

Corresponding author:

Dr. Polina V. Zinchuk, Barbarash Boulevard, 6, Kemerovo, 650002, Russia
© Polina V. Zinchuk, et al.

Ethics Statement. The informed consent for inclusion of the data into the scientific paper was signed by the parents of the patient after receiving the full explanation of the study purpose.

Conflict of Interest. None declared.

Funding. None declared.

For citation: Polina V. Zinchuk, Dmitry G. Balakhnin, Artem A. Ivkin. Features of cardiopulmonary bypass in cardiac surgery for a child weighing 1.8 kg: a clinical case. *Fundamental and Clinical Medicine*. 2025;10(2):105-110. <https://doi.org/10.23946/2500-0764-2025-10-2-105-110>

Received:

17.10.2024

Received in revised form:

16.05.2025

Accepted:

30.05.2025

Published:

30.06.2025

Введение

Количество выполняемых педиатрических сердечно-сосудистых операций увеличивается с каждым годом. В структуре детской кардиохирургии наибольшую сложность для анестезиолога представляют новорожденные пациенты за счет множества особенностей анатомии и физиологии, которые обусловлены процессом перехода ауторегуляторных механизмов от фетальных к неонатальным [1]. Влияние кардиохирургической операции в условиях искусственного кровообращения обуславливает высокий уровень выраженности системного воспалительного ответа (СВО) у всех пациентов, особенно у детей первого года жизни [2]. Обусловлена такая реакция детского организма увеличенной активностью иммунной системы и склонностью к накоплению жидкости в интерстиции [3]. При этом, даже при использовании специализированных неонатальных оксигенаторов, объем первичного заполнения аппарата искусственного кровообращения составляет значимую часть объема циркулирующей крови ребёнка, что неизбежно приводит к критической гемодилюции. Таким образом, помимо технических и анатомических особенностей, кардиохирургические операции у новорожденных детей, тем более у недоношенных, представляют собой набор проблем, решение которых напрямую зависит от анестезиологического и перфузионного обеспечения. Пути решения данных проблем разнообразны, что и привело нас к описанию представленного клинического случая успешной операции у ребенка с массой тела 1,8 кг.

Клиническое наблюдение

Ребенок И., родившийся в возрасте 27 недель с массой тела при рождении 650 г, поступил в клинику в возрасте 40 недель с эхокардиографическими признаками инородного тела правого и левого предсердий, левой верхней легочной вены, правого желудочка, ствола легочной артерии и правой ветви легочной артерии. Из сопроводительной документации следовало, что за 4 дня до поступления в клинику, в другом стационаре, где ребенок находился по поводу основного заболевания (недоношенность 27 недель, экстремально низкая масса тела (ЭНМТ), постконцептуальный возраст (ПКВ) 40 недель, симметричная задержка внутриутробного развития (ЗВУР) бронхолегочная дисплазия (БЛД), новая форма), было выполнено плановое удале-

ние внутривенной силиконовой линии, осложнившееся ее фрагментацией. Учитывая отсутствие клинических проявлений, было принято решение о выполнении ряда дополнительных обследований на базе этого стационара с последующей транспортировкой в нашу клинику.

При поступлении ребенок был госпитализирован в отделение анестезиологии и реанимации, его состояние расценивалось как стабильно тяжелое, обусловленное течением основного заболевания (недоношенность 27 недель, ЭНМТ, ПКВ 40 недель, БЛД, ЗВУР). Ребенок был помещен в кувез для поддержания оптимальных параметров внешней среды и обеспечения охранительного режима. Респираторные показатели на фоне самостоятельного дыхания при инсуффляции увлажненного кислорода потоком 0,5 л/мин удовлетворительные.

В условиях отделения анестезиологии-реанимации под общей анестезией фентанилом в дозе 1 мкг/кг через имеющийся периферический венозный доступ, было выполнено обеспечение центрального венозного доступа через правую внутреннюю яремную вену по методу Сельдингера, при помощи ультразвуковой навигации. Установлен двухпросветный катетер (Certofix V.Braun) размером 4Fr на глубину 4 см, фиксирован к коже двумя лигатурами. После планового обследования и предоперационной подготовки, на 2-е сутки нахождения в клинике, ребенок был транспортирован в операционную для удаления инородного тела сердца.

При поступлении в операционную была выполнена интубация трахеи интубационной трубкой 3,5 без манжеты и начата ИВЛ аппаратом Maquet Flow-I (Швейцария) в режиме нормовентиляции и введение в анестезию ингаляционным анестетиком севофлюраном (Sevoflurane), минимальная альвеолярная концентрация которого поддерживалась на уровне 0,7-1,0 МАК. С целью миорелаксации использовался атракурия безилаг в дозе 0,5 мг/кг. После введения в анестезию, с целью инвазивного мониторинга гемодинамики, через правую лучевую артерию осуществлен артериальный доступ катетером 26Ga. За 5 минут до кожного разреза был введен фентанил в дозе 10 мкг/кг с последующими повторными введениями каждые 30 минут в дозе 5 мкг/кг.

Во время операции проводился инвазивный мониторинг артериального давления, центрального венозного давления, церебральной оксиметрии посредством NIRS-мониторинга, часто-

ты сердечных сокращений, пульсоксиметрия, электрокардиография в трех основных отведениях, капнография. На протяжении операции исследовалось кислотно-основное состояние крови (КОС) крови по требованию, но не реже, чем 1 раз в 30 минут.

До начала операции на аппарате ИК Maquet HL-20 (Getinge, Швеция) подготовлен к работе оксигенатор Dideco kids D100 (Sorin, Италия) с совместимым сетом магистралей, расчетные характеристики перфузии: объемная скорость 350 мл/мин (для достижения сердечного индекса 3,0 л/мин/м²), исходные значения фракции подаваемого в контур аппарата ИК кислорода и скорость газотока составляли 50% и 150 мл/мин соответственно и в дальнейшем регулировались на основании результатов КОС крови.

В контур аппарата ИК были добавлены: гепарин – 1900 МЕ, 500 мл полиионного кристаллоидного раствора (стерофундин изотонический, В. Braun), 130 мл донорских эритроцитов и плазмы в соотношении 1:1, выполнена вакуумная preMUF (предварительная модифицированная ультрафильтрация) с помощью гемосорбционной колонки Maquet BC 20 plus. Забор крови для колонки осуществлялся из артериальной магистрали, после выхода ее из оксигенатора, возврат крови из колонки проводился в венозную магистраль, в месте ее соединения с кардиотомным резервуаром. Удалено 580 мл ультрафильтрата, после чего в контур аппарата ИК были добавлены гидрокарбонат натрия 4% в объеме 7 мл и маннитол 15% в объеме 14 мл, окончательный объем первичного заполнения составил 61 мл, без учета объема заполнения магистралей.

Хирургический доступ – срединная стернотомия. После достижения целевых значений гемостаза канюлированы аорта, верхняя и нижняя полые вены канюлями 6 Fg, 8 Fg и 10 Fg соответственно, начато ИК. Перед началом ИК значения гематокрита и гемоглобина составляли 38 % и 144 г/л, после начала ИК – 29 % и 104 г/л соответственно. На работающем сердце выполнена правая атриотомия, в полости предсердия визуализируется часть силиконовой линии, один конец которой формирует петлю и направляется в полость правого желудочка, а второй – через открытое овальное окно проходит через левое предсердие и заканчивается в устье верхней левой легочной вены. После удаления инородного тела, измеренная длина которого составила 17 см, ушито правое предсердие, после деаэрации и

поэтапного снижения производительности остановлено ИК. Длительность искусственного кровообращения составила 5 минут 27 секунд. Общая продолжительность операции – 80 минут. В течение всего времени ИК проводилась ультрафильтрация с целью элиминации избыточной жидкой части перфузата. После завершения ИК проведена модифицированная ультрафильтрация с возвратом концентрированной крови пациенту в венозную канюлю. Кроме того, после остановки ИК, минимизировать кровопотерю и поддержать концентрацию гемоглобина на должном уровне помогла запатентованная нами методика, заключающаяся в максимальной концентрации оставшегося в контуре аппарата ИК перфузата путем ультрафильтрации и введения его пациенту через центральный венозный катетер. Был установлен ретроостеральный дренаж и выполнено послойное ушивание раны. На всех этапах операции все отслеживаемые показатели жизненных функций оставались в пределах референса для данного возраста, уровень лактата крови во время и после ИК не превышал верхней границы нормы. По окончании операции гематокрит и гемоглобин составляли 39% и 147 г/л соответственно.

По окончании операции ребенок был доставлен в отделение анестезиологии и реанимации, где проводилась дальнейшая стабилизация состояния и интенсивная терапия основного заболевания. Объем дренажного отделяемого в первые послеоперационные сутки составил 7 мл, что позволило, после контрольных обследований, удалить его. Экстубация и перевод на вентиляцию с постоянным положительным давлением в дыхательных путях через назальные канюли (nCPAP) выполнены на вторые послеоперационные сутки, общая продолжительность ИВЛ составила 17 часов. После поэтапного отлучения от nCPAP и перевода на самостоятельное дыхание с подачей увлажненного кислорода, достижения предоперационного объема зондового энтерального кормления ребенок был переведен на базу предыдущей госпитализации для дальнейшего лечения и наблюдения. Общее время нахождения в отделении анестезиологии-реанимации составило 139 часов и равнялось общей длительности нахождения в клинике.

Обсуждение

В мировой литературе редко встречается описание кардиохирургических операций у детей с

массой тела менее 3 кг. Чаще всего такие пациенты подвергаются паллиативной коррекции с использованием эндоваскулярных технологий. Однако, учитывая ряд особенностей пациентов детского возраста, которые упоминались в начале статьи, необходимы методы борьбы с двумя основными проблемами: системным воспалительным ответом и гемодилюцией. Предпринятые нами меры (ультрафильтрация до начала в течение всего ИК, модифицированная ультрафильтрация и минимизация контура аппарата ИК, а также минимальный объём вмешательства) позволили снизить выраженность СВО в интра- и послеоперационном периоде, что позволило не применять симпатомиметическую поддержку и сократить время искусственной вентиляции легких. Эффективность данных методик многократно доказана в различных исследованиях, посвящённых оперативной коррекции врождённых пороков сердца у детей [4–6].

Принимая во внимание способность любой трансфузии усиливать негативные эффекты ИК на организм ребенка через потенцирование СВО [7–9], ещё одним лимитирующим СВО фактором стала минимизация использования компонентов донорской крови. Выбор объёма трансфузии, достаточного для поддержания целевых значений кислородного транспорта, является тонкой задачей. В нашем случае требовалось уделить особенно большое внимание этому вопросу, поскольку вес ребенка, с одной стороны не позволял допустить чрезмерного положительного гидробаланса на конец операции,

с другой стороны – характеризовался крайне низкими резервами кислородной емкости крови, что требовало от нас точного выбора объёма необходимой трансфузии, что и было сделано. Лимитировать объём использованных компонентов донорской крови нам позволили ультрафильтрация, минимизация контура аппарата ИК и объёма первичного заполнения. Такие методики позволяют безопасно проводить ИК без применения трансфузии даже детям с массой тела до 5 и даже 2,7 кг, что продемонстрировано в работе Burnside JL [10]. Дополнительным фактором поддержания нормального уровня гемоглобина в послеоперационном периоде явился полный возврат перфузата экстракорпорального контура пациенту после завершения ИК.

Заключение

Достижения современной системы здравоохранения позволили сохранять жизни многих детей с разнообразными заболеваниями. Совершенствование неонатальной службы позволяет выхаживать недоношенных новорожденных с экстремально низкой массой тела. Очевидно, что с течением времени количество операций на сердце, проводимых недоношенным новорожденным, будет увеличиваться, создавая новые вызовы для анестезиологов-реаниматологов. Наш опыт показал возможность анестезиологического пособия и обеспечения искусственного кровообращения ребенку весом 1,8 кг и безопасность этих процедур для него.

Вклад авторов

П.В. Зинчук: написание текста статьи.

А.А. Ивкин: сбор материала.

Д.Г. Балахнин: редакция текста статьи, подбор литературных источников.

Все авторы утвердили окончательную версию статьи.

Author contributions

Polina V. Zinchuk: wrote the manuscript.

Artem A. Ivkin: collected and processed the data.

Dmitry G. Balakhnin: performed a literature search and analysis; wrote the manuscript.

All authors approved the final version of the article.

Литература :

1. Tan C.M.J., Lewandowski A.J. The Transitional Heart: From Early Embryonic and Fetal Development to Neonatal Life. *Fetal. Diagn. Ther.* 2020;47(5):373–386. <https://doi.org/10.1159/000501906>
2. Güvener M., Korun O., Demirtürk O.S. Risk factors for systemic inflammatory response after congenital cardiac surgery. *J. Card. Surg.* 2015;30(1):92–96. <https://doi.org/10.1111/jocs.12465>
3. Li Y.M., Ran J., Li H., Yan C.Y. [Risk factors for capillary leak syndrome in neonates]. *Zhongguo Dang Dai Er Ke Za Zhi.* 2011;13(9):708–710. PMID: 21924016
4. Chen F., You Y., Ding P., Wu K., Mo X. Effects of Balanced Ultrafiltration During Extracorporeal Circulation for Children with Congenital Heart Disease on Postoperative Serum Inflammatory Response. *Fetal. Pediatr. Pathol.* 2020;39(5):401–408. <https://doi.org/10.1080/15513815.2019.1661050>
5. Bierer J., Stanzel R., Henderson M., Sett S., Horne D. Ultrafiltration in Pediatric Cardiac Surgery Review. *World J. Pediatr. Congenit. Heart Surg.* 2019;10(6):778–788. <https://doi.org/10.1177/2150135119870176>
6. Gholampour Dehaki M., Niknam S., Azarfarin R., Bakhshandeh H., Mahdavi M. Zero-Balance Ultrafiltration of Priming Blood Attenuates Procalcitonin and Improves the Respiratory Function in Infants After Cardiopulmonary Bypass: A Randomized Controlled Trial. *Artif. Organs.* 2019;43(2):167–172. <https://doi.org/10.1111/aor.13325>

7. Holmannova D., Kolackova M., Mandak J., Kunes P., Holubcova Z., Holubec T. et al. Effects of conventional CPB and mini-CPB on neutrophils CD162, CD166 and CD195 expression. *Perfusion*. 2017;32(2):141–150. <https://doi.org/10.1177/0267659116669586>
8. Delaney M., Stark P.C., Suh M., Triulzi D.J., Hess J.R., Steiner M.E. et al. Massive Transfusion in Cardiac Surgery: The Impact of Blood Component Ratios on Clinical Outcomes and Survival. *Anesth. Analg.* 2017;124(6):1777–1782. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000001926>
9. Delaney M., Stark P.C., Suh M., Triulzi D.J., Hess J.R., Steiner M.E. et al. Massive Transfusion in Cardiac Surgery: The Impact of Blood Component Ratios on Clinical Outcomes and Survival. *Anesth. Analg.* 2017;124(6):1777–1782. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000001926>
10. Борисенко Д.В., Ивкин А.А., Шукевич Д.Л., Корнелюк Р.А. Значение эритроцитсодержащих компонентов донорской крови в объеме первичного заполнения контура искусственного кровообращения в развитии системного воспаления при коррекции врожденных пороков сердца у детей. *Общая реаниматология*. 2022;18(3):30–37. <https://doi.org/10.15360/1813-9779-2022-3-30-37>
11. Burnside J.L., Ratliff T.M., Kelly M.N., Naguib A.N., Galantowicz M., Hodge A. Bloodless Arterial Switch Operation in a 2.7-kg Jehovah's Witness Patient. *J. Extra Corpor. Technol.* 2020;52(2):142–145. <https://doi.org/10.1182/ject-2000003>

References:

1. Tan CMJ, Lewandowski AJ. The Transitional Heart: From Early Embryonic and Fetal Development to Neonatal Life. *Fetal Diagn Ther.* 2020;47(5):373–386. <https://doi.org/10.1159/000501906>
2. Güvener M, Korun O, Demirtürk OS. Risk factors for systemic inflammatory response after congenital cardiac surgery. *J Card Surg.* 2015;30(1):92–96. <https://doi.org/10.1111/jocs.12465>
3. Li YM, Ran J, Li H, Yan CY. [Risk factors for capillary leak syndrome in neonates]. *Zhongguo Dang Dai Er Ke Za Zhi.* 2011;13(9):708–710. PMID: 21924016
4. Chen F, You Y, Ding P, Wu K, Mo X. Effects of Balanced Ultrafiltration During Extracorporeal Circulation for Children with Congenital Heart Disease on Postoperative Serum Inflammatory Response. *Fetal Pediatr Pathol.* 2020;39(5):401–408. <https://doi.org/10.1080/15513815.2019.1661050>
5. Bierer J, Stanzel R, Henderson M, Sett S, Horne D. Ultrafiltration in Pediatric Cardiac Surgery Review. *World J Pediatr Congenit Heart Surg.* 2019;10(6):778–788. <https://doi.org/10.1177/2150135119870176>
6. Gholampour Dehaki M, Niknam S, Azarfarin R, Bakhshandeh H, Mahdavi M. Zero-Balance Ultrafiltration of Priming Blood Attenuates Procalcitonin and Improves the Respiratory Function in Infants After Cardiopulmonary Bypass: A Randomized Controlled Trial. *Artif Organs.* 2019;43(2):167–172. <https://doi.org/10.1111/aor.13325>
7. Holmannova D, Kolackova M, Mandak J, Kunes P, Holubcova Z, Holubec T, et al. Krejsek J. Effects of conventional CPB and mini-CPB on neutrophils CD162, CD166 and CD195 expression. *Perfusion*. 2017;32(2):141–150. <https://doi.org/10.1177/0267659116669586>
8. Delaney M, Stark PC, Suh M, Triulzi DJ, Hess JR, Steiner ME, et al. Massive Transfusion in Cardiac Surgery: The Impact of Blood Component Ratios on Clinical Outcomes and Survival. *Anesth. Analg.* 2017;124(6):1777–1782. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000001926>
9. Delaney M, Stark PC, Suh M, Triulzi DJ, Hess JR, Steiner ME, et al. Massive Transfusion in Cardiac Surgery: The Impact of Blood Component Ratios on Clinical Outcomes and Survival. *Anesth. Analg.* 2017;124(6):1777–1782. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000001926>
10. Borisenko DV, Ivkin AA, Shukevich DL, Kornelyuk RA. The Effect of Erythrocyte-Containing Donor Blood Components in the Priming of the Cardiopulmonary Bypass Circuit on the Development of Systemic Inflammation During Correction of Congenital Heart Defects in Children. *Obshchaya reanimatologiya.* 2022;18(3):30–37. (In Russ.). <https://doi.org/10.15360/1813-9779-2022-3-30-37>
11. Burnside JL, Ratliff TM, Kelly MN, Naguib AN, Galantowicz M, Hodge A. Bloodless Arterial Switch Operation in a 2.7-kg Jehovah's Witness Patient. *J Extra Corpor Technol.* 2020;52(2):142–145. <https://doi.org/10.1182/ject-2000003>

Сведения об авторах

Зинчук Полина Вадимовна ✉, младший научный сотрудник лаборатории органопroteкции у детей с врожденными пороками сердца отдела хирургии сердца и сосудов федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний».

ORCID: 0009-0006-7717-9856

Ивкин Артем Александрович, кандидат медицинских наук, заведующий лабораторией органопroteкции у детей с врожденными пороками сердца отдела хирургии сердца и сосудов федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний».

ORCID: 0000-0002-3899-1642

Балахнин Дмитрий Геннадьевич, врач-анестезиолог-реаниматолог отделения анестезиологии-реанимации государственного бюджетного учреждения здравоохранения Московской области «Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского».

ORCID: 0000-0002-9479-4694

Authors

Dr. Polina V. Zinchuk ✉, MD, Junior Researcher, Laboratory of Organ Protection in Children with Congenital Heart Defects, Department of Cardiovascular Surgery, Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases.

ORCID: 0009-0006-7717-9856

Dr. Artem A. Ivkin, MD, Cand. Sci. (Medicine), Head of the Laboratory of Organ Protection in Children with Congenital Heart Defects, Department of Cardiovascular Surgery, Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases.

ORCID: 0000-0002-3899-1642

Dr. Dmitry G. Balakhnin, MD, Anesthesiologist and Emergency Physician, Anesthesiology and Intensive Care Department, Moscow Regional Research and Clinical Institute (MONIKI).

ORCID: 0000-0002-9479-4694