

Искусственное кровообращение без компонентов донорской крови при операции на сердце у ребенка весом 8 килограмм: клинический случай

© А.А. Ивкин^{1,2}, Р.А. Корнелюк^{1,2}, Д.В. Борисенко¹, А.В. Нохрин¹, Д.Л. Шукевич^{1,2}

¹ ФГБНУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», Кемерово, Российская Федерация

² ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный медицинский университет», Министерство здравоохранения Российской Федерации, Кемерово, Российская Федерация

Поступила в редакцию 17 апреля 2018 г. Исправлена 17 июня 2018 г. Принята к печати 18 июня 2018 г.

Для корреспонденции: Артем Александрович Ивкин, aai-tema@mail.ru

Отказ от компонентов донорской крови при проведении операций у детей с врожденными пороками сердца является широко обсуждаемой темой в мировой литературе. Связано это прежде всего с низким объемом циркулирующей крови у таких больных, что приводит к избыточной гемодилюции во время искусственного кровообращения. Цель данного сообщения — демонстрация безопасности и эффективности операции без трансфузии компонентов донорской крови у пациента с врожденным пороком сердца. Представлен случай хирургического лечения дефекта межпредсердной перегородки у ребенка 11 месяцев (весом 8 килограмм) в условиях искусственного кровообращения, во время которого применили комплекс мероприятий, позволивших отказаться от трансфузионных сред. Использовали методы ретроградного заполнения оксигенатора с целью уменьшения первичного объема в сочетании с максимальной минимизацией экстракорпорального контура. Для обеспечения необходимого объема крови в кардиотомном резервуаре использовали дозированный вакуум. Описаны клиничко-лабораторные характеристики интра- и послеоперационного периодов, которые демонстрируют достаточное кислородное обеспечение организма, отсутствие анемии и органных дисфункций, а также низкий уровень системного воспалительного ответа, что относится к непосредственным преимуществам кровесберегающих технологий. В результате коррекции врожденного порока сердца ребенок менее чем через сутки после оперативного вмешательства переведен в профильное хирургическое отделение. Исход клинического случая — выздоровление ребенка и выписка из стационара.

Ключевые слова врожденный порок сердца; искусственное кровообращение; клинический случай; компонент крови; кровесберегающая технология; трансфузия

Цитировать: Ивкин А.А., Корнелюк Р.А., Борисенко Д.В., Нохрин А.В., Д.Л. Шукевич Д.Л. Искусственное кровообращение без использования компонентов донорской крови при операции на сердце у ребенка весом 8 килограмм: клинический случай. *Патология кровообращения и кардиохирургия*. 2018;22(2):63-67. <http://dx.doi.org/10.21688/1681-3472-2018-2-63-67>

Введение

Искусственное кровообращение (ИК) крайне агрессивно воздействует на организм человека, что сопряжено с использованием таких неотъемлемых составляющих, как гипотермия, гемодилюция, циркуляторный арест, контакт крови с чужеродной поверхностью. При этом искусственное кровообращение оказывает наибольшее повреждающее воздействие на новорожденных и детей, что обусловлено морфофункциональной незрелостью их тканей и систем [1]. В результате данного патологического воздействия происходит высвобождение медиаторов воспаления, активация системы комплемента, нейтрофилов, формируется системный воспалительный ответ (СВО). Кроме того, гистамин и протеолитические ферменты увеличивают проницаемость сосудистой стенки и миграцию внутри-

сосудистой жидкости в интерстициальное пространство, способствуя высокобелковому отеку тканей и нарушению микроциркуляции [1–3].

Помимо непосредственного повреждающего воздействия ИК, использование донорской крови для коррекции избыточной гемодилюции и соблюдения баланса доставки и потребления кислорода усиливает патологические реакции и может оказаться решающим в развитии неконтролируемого системного воспалительного ответа и полиорганной недостаточности. Это зачастую определяет тяжесть послеоперационного состояния детей, дальнейший прогноз, выживаемость и качество жизни, поэтому в течение длительного времени продолжается поиск технологий, направленных на минимизацию объема первичного заполнения, обеспечение возможности полного отказа от использования донорских эритроцитов во время перфузии [4–6].



Благодаря техническому прогрессу в области медицинского оборудования возможно создание контуров для искусственного кровообращения с минимальными объемами, биосовместимыми покрытиями, центрифужными насосами, мягкими кардиотомными резервуарами. Использование таких методик, как артериальное ретроградное заполнение оксигенатора, антеградное венозное заполнение кардиотомного резервуара, модернизированная ультрафильтрация и аппаратная аутогемотрансфузия, позволило достичь безопасного уровня гематокрита на искусственном кровообращении без применения донорской крови [1, 4]. Представлен клинический случай искусственного кровообращения без компонентов донорской крови при операции на сердце у ребенка весом 8 кг.

Клинический случай

Ребенок женского пола родился в срок гестации 30 нед., с оценкой по шкале Апгар 5/7 баллов. Вес при рождении 1 330 г, рост 39 см. Ведущие синдромы после рождения: респираторный дистресс-синдром и синдром угнетения центральной нервной системы. Основной диагноз при рождении — недоношенность 30 нед., острое нарушение мозгового кровообращения по геморрагическому типу, перинатальное гипоксически-геморрагическое поражение центральной нервной системы, нарушение моторного развития. Сопутствующий диагноз при рождении: открытое овальное окно, анемия смешанного генеза легкой степени.

В возрасте 11 мес. пациентка поступила в отделение детской кардиологии с жалобами на беспокойство при кормлении, мраморность кожных покровов, цианоз носогубного треугольника. По результатам эхокардиографии выявлены дефект межпредсердной перегородки вторичного типа размером 9–10 мм, без аортального края с аневризмой межпредсердной перегородки, выраженная дилатация правых отделов сердца. Индекс Qp/Qs — 2,5/1, что указывало на необходимость закрытия дефекта межпредсердной перегородки. Учитывая клиническую картину и данные инструментальных исследований, приняли решение о закрытии дефекта межпредсердной перегородки. Ввиду особенностей анатомии закрыть дефект эндоваскулярно окклюдером не представлялось возможным, поэтому выполнили «открытую» операцию в условиях искусственного кровообращения.

На момент вмешательства состояние пациентки оценивалось как средней степени тяжести и обусловлено хронической сердечной недостаточностью (1Б по клас-

сификации Нью-Йоркской ассоциации сердца, II функциональный класс) и сопутствующей патологией (рахит 2-й степени, подострое течение, период разгара). Физическое развитие среднее, дисгармоничное за счет дефицита массы тела 10% (1-я степень гипотрофии).

На 6-е сут. с момента госпитализации выполнили закрытие дефекта межпредсердной перегородки вторичного типа, ушивание дефекта с пликацией аневризмы межпредсердной перегородки.

С целью индукции и поддержания общей анестезии избрана методика тотальной внутривенной анестезии с использованием пропофола в дозе 7 мг/кг/ч, фентанила 5 мкг/кг/ч, атракурия 0,5 мг/кг/ч.

Во время операции проводили мониторинг артериального давления посредством катетеризации лучевой артерии, частоты сердечных сокращений и сатурации гемоглобина посредством пульсоксиметрии, центрального венозного давления, электрокардиографию в трех основных отведениях, NIRS-мониторинг, капнографию. Кроме того, исследовались венозная сатурация гемоглобина и уровень лактата крови.

Хирургический доступ — правосторонняя аксиллярная торакотомия. Канюлированы аорта, верхняя и нижняя полые вены. Искусственное кровообращение в условиях нормотермии с фармакохолодовой кровяной кардиopleгией. Аппарат ИК Maquet HL-20 (Getinge, Швеция), оксигенатор Terumo Capiox FX-05 (Terumo, Япония). Объемная скорость перфузии поддерживалась на уровне, достаточном для обеспечения перфузионного индекса 3,0 л/мин/м². Объем первичного заполнения — 300 мл: 20% раствор альбумина — 150 мл, стерофундин изотонический (B Braun, Германия) — 111 мл, 15% раствор маннитола — 27 мл, 5% раствор натрия гидрокарбоната — 10 мл, гепарин — 2 800 МЕ, 10% раствор кальция глюконата — 2 мл. Объем кардиopleгического раствора — 160 мл. Объем ультрафильтрата в процессе модифицированной ультрафильтрации (МУФ) составил 300 мл. Время ИК — 37 мин, время пережатия аорты — 12 мин. В процессе подготовки экстракорпорального контура выполнялись методы ретроградного заполнения оксигенатора и антеградного заполнения кардиотомного резервуара, что позволило уменьшить первичный объем заполнения с 300 до 260 мл. Также были максимально уменьшены глины всех магистралей экстракорпорального контура. Для обеспечения лучшего венозного притока в кардиотомный резервуар использовался дозированный вакуум.

До начала ИК отмечались стабильные показатели гемодинамики (частота сердечных сокращений 140 в мин,

артериальное давление 88/49 мм рт. ст., центральное венозное давление 12 см вод. ст.). Кислородное обеспечение тканей было достаточным (SvO_2 85%). Уровень гемоглобина составлял 127 г/л, Hct 36%.

Во время ИК среднее артериальное давление было достаточным для данного возраста (57 мм рт. ст.), центральное венозное давление 0 см вод. ст., признаков гипоперфузии не зафиксировано (лактат 1,9 ммоль/л, SvO_2 75%). Наблюдалась гемодилюция (Hb 90 г/л, Hct 29%).

После завершения ИК не отмечено анемии и гемодилюции (Hb 115 г/л, Hct 35%). Тканевая гипоксия не прослеживалась (лактат 1,3). Параметры гемодинамики были оптимальными без применения симпатомиметиков (частота сердечных сокращений 135, артериальное давление 100/70 мм рт. ст., центральное венозное давление 7 см вод. ст.).

В реанимации эпизодов гипертермии не отмечено. Дренажные потери из правой плевральной полости составили 55 мл. Восстановление сознания через 2 ч после поступления в отделение реанимации. Общее время искусственной вентиляции легких — 6 ч 15 мин. Анемия не наблюдалась (Hb 119 г/л). Уровень лактата составил 1,2 ммоль/л, SvO_2 78%, значит, кислородное голодание клеток отсутствовало. По показателям коагулограммы не выявлено гипокоагуляции. Уровни прокальцитонина и С-реактивного белка на первые и третьи сутки после операции находились на нижней границе референсных значений, что указывало на отсутствие СВО. Отсутствие анемии и стабильность гемодинамики позволили нам не использовать инфузию симпатомиметиков и трансфузию компонентов крови в послеоперационном периоде.

Пациентка переведена в кардиохирургическое отделение на следующие сутки после оперативного вмешательства. Исход оперативной коррекции — выздоровление и выписка из стационара. Общее время нахождения в отделении реанимации — 19 ч. Продолжительность госпитализации — 10 сут.

Обсуждение

В последнее время уделяется все большее внимание методике перфузии без использования компонентов донорской крови. Особенно актуальна она для детей младшего возраста по причине низкой массы тела, анемии, которая нередко встречается у них, и повышенной склонности к развитию системного воспалительного ответа [1, 7]. Несоответствие массы тела ребенка и объема заполнения контура ИК зачастую обуславливает необходимость в компонентах донорской крови с це-

лью коррекции избыточной гемодилюции и кислород-транспортной функции крови. Однако необходимо помнить об отрицательных моментах гемотрансфузии. Это могут быть различные посттрансфузионные реакции, которые нередко наблюдаются, особенно у детей младшего возраста, а также риск инфекционного заражения посредством трансфузионной среды. И, наконец, нельзя забывать, что донорская кровь является чужеродной для организма ребенка и усиливает системный воспалительный ответ [1, 8]. При этом многие анестезиологи и перфузиологи достаточно либерально относятся к трансфузии компонентов донорской крови у детей даже в тех случаях, когда без них можно обойтись.

В работе, опубликованной W. Voettcher в 2017 г., представлен опыт проведения ИК ребенку весом менее 5 кг без гемотрансфузии [2]. Выполнили позиционирование аппарата ИК, максимальное уменьшение длины магистралей и сокращение объема первичного заполнения. В представленном случае использована подобная методика проведения ИК, что позволило избежать использования препаратов донорской крови в периоперационном периоде. В свою очередь, это могло способствовать снижению выраженности СВО, так как обеспечивалась меньшая площадь контакта крови пациента с чужеродной поверхностью контура ИК и отсутствовал такой мощный индуктор СВО, как компоненты донорской крови [8].

Относительно наличия альбумина в первичном объеме заполнения существует противоречивое мнение. Встречаются работы, в которых говорится о его негативном влиянии на дальнейший послеоперационный период, однако многие кардиохирургические центры используют именно его [9]. В представленном клиническом случае также использовался альбумин благодаря способности поддерживать онкотическое давление крови и существенно меньшему риску реакций организма пациента на него [10]. В публикациях G. Paone и N. Silverman предложено для выработки показаний к гемотрансфузиям использовать не фиксируемый Ht, а показатели насыщения кислородом смешанной венозной крови [11]. В представленном случае ИК также применяли данный подход и ориентировались в первую очередь на венозную сатурацию и уровень лактата крови для определения показаний к гемотрансфузии.

Использование МУФ позволило после гемодилюции (Hb 90 г/л, Hct 30%) во время ИК вернуть нормальный уровень гемоглобина и гематокрита (Hb 115 г/л, Hct 35%).

А. Finn и др. сравнивали влияние модифицированной с обычной ультрафильтрацией [12]. Их исследование показало, что МУФ приводит к значительному уменьшению общего содержания воды в организме и кровопотери после ИК. Преимущество применения МУФ для снижения кровопотери у пациентов весом менее 10 кг также подтверждено независимым слепым контролируемым исследованием [13]. Продемонстрированный опыт применения МУФ согласуется с этими данными и наглядно демонстрирует уменьшение потребности в гемотрансфузии. Дополнительным преимуществом модифицированной ультрафильтрации является снижение СВО. Вероятно, это связано не только с гемоконцентрацией, но может быть результатом удаления цитокинов и других факторов, участвующих в развитии воспалительного ответа при искусственном кровообращении [14].

Заключение

Отказ от использования компонентов донорской крови во время операций на сердце при современных технологиях кровесбережения и мониторинга возможен и не приводит к негативным последствиям в послеоперационный период. Однако нет четких рекомендаций по модификации экстракорпорального контура, отсутствует методология перфузии без донорской крови, крайне немногочисленны сообщения о различных патологических изменениях в организме детей во время и после искусственного кровообращения. Очевидна необходимость подобных исследований с разработкой и обоснованием алгоритмов безопасной перфузии, оценкой эффективности и влияния на характер послеоперационного периода.

Информированное согласие

Получено информированное согласие официального представителя ребенка на использование медицинских данных в научных целях.

Финансирование

Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ORCID ID

А.А. Ивкин, <https://orcid.org/0000-0002-3899-1642>

Список литературы / References

1. Boettcher W., Merkle F., Huebler M., Koster A., Schulz F., Kopitz M., Kuppe H., Lange P., Hetzer R. Transfusion-free cardiopulmonary bypass in Jehovah's Witness patients weighing less than 5 kg. *J Extra Corpor Technol*. 2005;37(3):282-5. PMID: 16350381, PMCID: PMC4680786.
2. Boettcher W., Dehmel F., Redlin M., Miera O., Musci M., Cho M.-Y., Photiadis J. Complex cardiac surgery on patients with a body weight of less than 5 kg without donor blood transfusion. *J Extra Corpor Technol*. 2017;49(2):93-97. PMID: 28638157, PMCID: PMC5474894.
3. Golab-Schwarz H.D. Bloodless cardiopulmonary bypass for neonates and infants: an ultimate teamwork achievement [abstract]. *ACP*. 2012;16(Suppl 1):38-40. Available from: http://www.applied-cardiopulmonary-pathophysiology.com/fileadmin/downloads/acp-2012-suppl_20120517/07_golab-schwarz.pdf
4. Паромов К.В., Ленкин А.И., Кузьков В.В., Киров М.Ю. Целенаправленная оптимизация гемодинамики в периоперационном периоде: возможности и перспективы. *Патология кровообращения и кардиохирургия*. 2014;18(3):59-66. <http://dx.doi.org/10.21688/1681-3472-2014-3-59-66> [Kuzkov V.V., Kirov M.Yu., Paromov K.V., Lenkin A.I. Goal-oriented optimization of hemodynamics during perioperative period: opportunities and future perspectives. *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokhirurgiya = Circulation Pathology and Cardiac Surgery*. 2014;18(3):59-66. (In Russ.) <http://dx.doi.org/10.21688/1681-3472-2014-3-59-66>]
5. Лазанюк В.Н., Тарабрин О.А., Босенко В.И. Диагностика и комплексная коррекция геморрагических расстройств у детей, оперированных по поводу цианотических врожденных пороков сердца. *Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний*. 2016;(1):60-70. <https://doi.org/10.17802/2306-1278-2016-1-60-70> [Lazanyuk V.N., Tarabrin O.A., Bosenko V.I. Diagnosis and comprehensive correction of hemorrhagic disorders in children operated on for cyanotic congenital heart defects. *Kompleksnye problemy serdechno-sosudistyh zabolevanij = Complex Issues of Cardiovascular Diseases*. 2016;(1):60-70. (In Russ.) <https://doi.org/10.17802/2306-1278-2016-1-60-70>]
6. Шмырев В.А., Пономарев Д.Н., Перовский П.П., Богачев-Прокофьев А.В., Корнилов И.А., Ломиворотов В.В. Особенности раннего периода после минимально инвазивных кардиохирургических операций. *Общая реаниматология*. 2014;10(4):74-81. <https://doi.org/10.15360/1813-9779-2014-4-74-81> [Shmyrev V.A., Ponomarev D.N., Perovsky P.P., Bogachev-Prokofiev A.V., Kornilov I.A., Lomivorotov V.V. The specific features of an early period after minimally invasive cardiac surgery. *Obshhaya reanimatologiya = General Reanimatology*. 2014;(4):74-81. (In Russ.) <https://doi.org/10.15360/1813-9779-2014-4-74-81>]
7. Golab H.D., Bogers J. Small, smaller, smallest. Steps towards bloodless neonatal and infant cardiopulmonary bypass. *Perfusion*. 2009;24(4):239-42. PMID: 19843622. <https://doi.org/10.1177/0267659109348722>
8. Society of Thoracic Surgeons Blood Conservation Guideline Task Force, Ferraris V.A., Ferraris S.P., Saha S.P., Hessel E.A. 2nd, Haan C.K., Royston B.D., Bridges C.R., Higgins R.S., Despotis G., Brown J.R.; Society of Cardiovascular Anesthesiologists Special Task Force on Blood Transfusion, Spiess B.D., Shore-Lesserson L., Stafford-Smith M., Mazer C.D., Bennett-Guerrero E., Hill S.E., Body S. Perioperative blood transfusion and blood conservation in cardiac surgery: The society of thoracic surgeons and the society

- of cardiovascular anesthesiologists clinical practice guideline. *Ann Thorac Surg.* 2007;83(5 Suppl):S27-86. PMID: 17462454. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2007.02.099>
9. Protsyk V., Rasmussen B.S., Guarracino F., Erb J., Turton E., Ender J. Fluid management in cardiac surgery: results of a survey in European cardiac anesthesia departments. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2017;31(5):1624-1629. PMID: 28778778. <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2017.04.017>
 10. Cochrane Injuries Group Albumin Reviewers. *BMJ.* 1998;317:235-240. <https://doi.org/10.1136/bmj.317.7153.235>
 11. Paone G., Silverman N.A. The paradox of on bypass transfusion thresholds in blood conservation. *Circulation.* 1997;96(Suppl 9):II-205-8. PMID: 9386099.
 12. Finn A., Naik S., Klein N., Levinsky R.J., Strobel S., Elliott M. Interleukin-8 release and neutrophil degranulation after pediatric cardiopulmonary bypass. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1993;105(2):234-41. PMID: 8429650.
 13. Seghaye M.C., Duchateau J., Grabitz R.G., Faymonville M.L., Messmer B.J., Buro-Rathsmann K., von Bernuth G. Complement activation during cardiopulmonary bypass in infants and children. Relation to postoperative multiple system organ failure. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1993;106(6):978-87. PMID: 8246580.
 14. Osthaus W., Gorler H., Sievers J., Rahe-Meyer N., Optenhöfel J., Breyman T., Theilmeier G., Suempelmann R. Bicarbonate-buffered ultrafiltration during pediatric cardiac surgery prevents electrolyte and acid-base balance disturbances. *Perfusion.* 2009;24(1):19-25. PMID: 19567544. <https://doi.org/10.1177/0267659109106728>

Cardiopulmonary bypass without the use of donor blood components in heart surgery in an 8-kg infant: case report

Artem A. Ivkin^{1,2}, Roman A. Kornelyuk^{1,2}, Dmitriy V. Borisenko¹, Andrey V. Nohrin¹, Dmitriy L. Shukevich^{1,2}

¹Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases, Kemerovo, Russian Federation

²Kemerovo State Medical University, Ministry of Health of Russian Federation, Kemerovo, Russian Federation

Corresponding author. Artem A. Ivkin, aai-tema@mail.ru

The issue of rejecting donor blood components intraoperatively in children with congenital heart defects is widely discussed in the world literature. This is primarily due to the presence of a low volume of circulating blood, which leads to excessive hemodilution during artificial circulation. The purpose of this report is to demonstrate the safety and effectiveness of conducting operations associated with congenital heart defects without the use of transfusion of donor blood components. A case of surgical treatment of the interatrial septum defect in an 11-month (8 kg) infant with the use of cardiopulmonary bypass and a set of measures enabling to abandon transfusion media is presented. Retrograde filling of the oxygenator and maximum minimization of the extracorporeal circuit were used to reduce the primary volume. To ensure the required volume of blood in the cardiotomy tank, dosed vacuum was applied. Clinical and laboratory characteristics of the intraoperative and postoperative periods are given, which demonstrate sufficient oxygen supply of the organism, absence of anemia and any organ dysfunctions, as well as a low level of the systemic inflammatory response, once again confirming the immediate advantages of blood-saving technologies. Following the correction of congenital heart disease, the infant was transferred to a specialized surgical department on the second day. The outcome of the clinical case was the infant's recovery and discharge from the hospital.

Keywords: cardiopulmonary bypass; congenital heart disease; blood-saving technologies; transfusion; blood components; case report

Received 17 April 2018. Revised 17 June 2018. Accepted 18 June 2018.

Informed consent: The informed consent to use the infant's medical data for scientific purposes was obtained from his legal representative.

Funding: The study did not have sponsorship.

Conflict of interest: Authors declare no conflict of interest.

ORCID ID

A.A. Ivkin, <https://orcid.org/0000-0002-3899-1642>

Copyright: © 2018 Ivkin et al. This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

How to cite: Ivkin A.A., Kornelyuk R.A., Borisenko D.V., Nohrin A.V., Shukevich D.L. Cardiopulmonary bypass without the use of donor blood components in heart surgery in an 8-kg infant: case report. *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokhirurgiya = Circulation Pathology and Cardiac Surgery.* 2018;22(2):63-67. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.21688/1681-3472-2018-2-63-67>