

ИСКУССТВЕННОЕ КРОВООБРАЩЕНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМЫ ЭКСТРАКОРПОРАЛЬНОЙ МЕМБРАННОЙ ОКСИГЕНАЦИИ И АУТОТРАНСФУЗИОННОЙ СИСТЕМЫ

Ю. А. Бахарева, З. З. Надирадзе, В. Н. Медведев, В. М. Субботин

ГУЗ Областная клиническая больница, отделение анестезиологии-реанимации, Иркутск

Extracorporeal Circulation Using an Extracorporeal Membrane Oxygenation System and an Autotransfusion System

Yu. A. Bakhareva, Z. Z. Nadiradze, V. N. Medvedev, V. M. Subbotin

Intensive Care Unit, Regional Clinical Hospital, Irkutsk

Авторы в данной работе предоставляют возможность ознакомиться с опытом проведения полного легочно-сердечного обхода в экстренной ситуации стандартной системой для проведения процедуры экстракорпоральной мембранной оксигенации (ЭКМО) у мальчика 5 лет весом 15 кг с диагнозом: Тетрада Фалло. С учетом технологических особенностей системы для ЭКМО, дополнительно возникла необходимость в применении сепаратора клеток крови.

The authors draw attention to the fact that complete cardiopulmonary bypass can be made in the emergency situation in order to perform an extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) procedure in a 5-year-old boy weighing 15 kg, diagnosed as having Fallot tetrad. By taking into account the technological features of the system for ECMO, there is an additional need for a blood cell separator to be applied.

Искусственное кровообращение, как метод обеспечивающий безопасность пациента при выполнении операций на «сухом» сердце, имеет более полувековую историю применения. От момента первой успешной экстракорпоральной перфузии, проведенной Дж. Гиббоном [1, 2] и до настоящего времени, практически, все составляющие экстракорпорального контура кровообращения претерпели значительные изменения. Эволюция искусственного кровообращения касалась не только конструкции и принципа работы оксигенатора, но и компоновки всего экстракорпорального контура. Со временем в практическое применение вошли такие составляющие, как: отдельный кардиотомный резервуар, система для нагнетания кардиоплегического раствора, контур циркуляции гемоконцентратора и т. д. Казалось бы, те принадлежности, необходимость наличия которых в контуре аппарата искусственного кровообращения сегодня не требует объяснения, проходили достаточно сложный путь внедрения — от полного отрицания до широкого увлечения. Изменения коснулись всех составляющих экстракорпорального контура. Первое и главное — это изменение конструкции оксигенатора. Дисковый оксигенатор Кэй-Кросса долгое время был оптимальным в аспекте компромисса между травмой форменных элементов и обеспечением адекватного газообмена при достаточно высоких объемных

скоростях перфузии, имея один существенный недостаток — объем заполнения [2]. В дальнейшем широкое внедрение одноразовых пузырьковых оксигенаторов уже с меньшим объемом заполнения позволило внедрить и отработать на практике все современные принципы легочно-сердечного обхода [3, 4]. Повсеместно применяемые пузырьковые оксигенаторы были полностью вытеснены мембранными и далее мембранными половолоконными, конструкция которых на сегодняшний день практически не критикуема, т.к. обеспечивает процесс экстракорпоральной оксигенации достаточно продолжительное время [3]. В фундаментальном научном труде, авторами которого являются Г. Бричер и П. Галетти, дается описание большого количества артериальных насосов для обеспечения циркуляции, но практически более 30 лет большинство специалистов-перфузиологов считали, что оптимальным для этой цели является роликовый насос. В середине 90-х годов прошлого столетия на рынке перфузионной техники были предложены магнитно-центрифужные насосы, которые находят все больше сторонников применения в кардиохирургии. Наверное, нет необходимости останавливаться на совершенствовании материалов, из которых изготавливались перфузионные системы. Существенной вехой в искусственном кровообращении было внедрение покрытий поверхностей экстракорпорального контура, контактирующих с кровью, специальными составами в т.ч. гепариновыми, что позволило, в первую очередь, оптимизировать коагуляционный гемостаз при операциях с искусственным кровообращением. Искусственное кровообращение, как метод обеспечения опе-

Адрес для корреспонденции (Correspondence to):

Бахарева Юлия Александровна
E-mail: julib79@yandex.ru

раций на оставленном сердце, дало толчок для развития отдельного направления медицины критических состояний — экстракорпоральной мембранной оксигенации (ЭКМО) [5–9]. Принципиально система для проведения ЭКМО аналогична контуру циркуляции аппарата искусственного кровообращения, с тем отличием, что контур для ЭКМО предназначен для длительного функционирования и поддержания газообмена. С учетом особенностей проведения данной процедуры, производители выпускают, т. н. «минибайпасные системы», в которые входят: мембранный оксигенатор, магнитно-центрифужный или роликовый насос и система магистралей. Принципиальным отличием от перфузионной системы является отсутствие кардиотомного резервуара и соответствующих насосов.

Цель — представить опыт использования стандартного набора для экстракорпоральной мембранной оксигенации с целью неотложной стабилизации кислородного баланса в предперфузионном периоде и проведения полного искусственного кровообращения.

Материалы и методы

Пациент Е., мальчик 5-и лет, вес 15 кг, поступил экстренно. Диагноз: Врожденный порок сердца (ВПС). Тетрада Фалло. Центральная межсистемная анастомоз протезом Gog-Tex (2006 г.). Инфекционный эндокардит, подострое течение, с преимущественным поражением митрального и трикуспидального клапанов. Из анамнеза: в 2 года проведено оперативное лечение — наложение центрального межсистемного анастомоза. Впервые за 3 года после операции, за 4 дня до поступления возник приступ — диффузного цианоза, одышка.

При поступлении в палату интенсивной терапии и реанимации состояние ребенка тяжелое, обусловлено выраженной дыхательной недостаточностью, SpO_2 — 46%. В сознании, на осмотр реагирует возбуждением. Кожные покровы и видимые слизистые — диффузный цианоз. Температура тела — 38,2°C. Изменение ногтевых пластинок по типу «часовых стекол», дистальных фаланг по типу «барабанных палочек». Дыхание самостоятельное, проводится во все отделы, хрипов нет. Частота дыхания до 32 в мин., SpO_2 70–75% на кислородной маске. Носовое дыхание не затруднено. Тоны сердца ритмичные, ЧСС до 90 в мин, АД — 100/60 мм рт. ст., грубый систолический шум над всей областью сердца с максимумом на верхушке. Над легочной артерией умеренное ослабление 2-го тона. Печень не выходит из-под края реберной дуги. Диурез достаточный. Отеков нет. Несмотря на проводимое лечение, отмечается отрицательная динамика, тенденция к десатурации, явления гипоксической энцефалопатии. В спутанном сознании, эпизоды гипервозбуждения. SpO_2 — 48%. Инотропная поддержка адреналином — 0,1 мкг/кг/мин, дофамином — 5 мкг/кг/мин. Ребенок переведен на искусственную вентиляцию легких. Дыхание проводится во все отделы, хрипов нет. Тоны сердца ритмичные, ЧСС — 120 уд в мин, АД — 90/50 мм рт. ст. Инотропная поддержка адреналином в дозе — 0,1 мкг/кг/мин, дофамином в дозе 5 мкг/кг/мин. Живот мягкий, печень не выходит из-под края реберной дуги. Диурез 400 мл за предыдущие сутки, 1,2 мл/кг/час со стимуляцией фуросемидом в дозе 2 мкг/кг. Проведен консилиум врачей: учитывая прогрессирующее ухудшение состояния ребенка, нарастающую сердечную и дыхательную недостаточность, ситуация расценена как полная дисфункция анастомоза, принято решение об оперативной коррекции порока по жизненным показаниям с подключением ЭКМО в предоперационном периоде.

Под эндотрахеальным наркозом севофлураном [10], разрезом в левой подвздошной области выделены подвздошная арте-

рия и вена, в них установлены канюли. Подключена система для экстракорпоральной мембранной оксигенации (ЭКМО) фирмы Dideco (Sogin Group, Италия), начата процедура экстракорпорального обхода. Через 30 мин сатурацию удалось поднять с 40 до 85% на фоне стабильного артериального давления 100/60 мм рт. ст., инотропная поддержка прежняя. С умеренными техническими трудностями сердце выделено из спаек. Добавлена канюля в верхнюю полую вену для проведения искусственного кровообращения. Экстракорпоральное кровообращение продолжено на оксигенаторе для ЭКМО. Перфузия гипотермическая до 26 градусов. Кардиоплегия антеградная фармакологическая, раствором Консол. Проведена радикальная коррекция Тетрады Фалло. Сердечная деятельность восстановилась самостоятельно. После стабилизации кровообращения перфузия прекращена. Время окклюзии аорты 40 мин, время экстракорпоральной перфузии — 254 мин.

Пациент экстубирован через сутки после операции, SpO_2 — 100% на кислородной маске. ЧДД — 25 в мин. Инотропная поддержка адреналином в дозе 0,1 мкг/кг/мин, дофамином в дозе 7 мкг/кг/мин. АД — 110/70 мм рт. ст., ЧСС — 105 ударов в мин, ЦВД — 12 мм рт. ст., диурез 1,2 мл/кг/час. На девятые сутки после операции инотропная поддержка прекращена при убывающих дозах кардиотонических препаратов. АД — 100/70 мм рт. ст., ЧСС — 105 ударов в мин, ЦВД — 12 мм рт. ст., SpO_2 — 96–98%. Диурез 3,2 мл/кг/час.

Через 15 дней переведен в кардиохирургическое отделение. На момент перевода кожные покровы обычной окраски. Дыхание проводится во все отделы, хрипов нет. ЧДД — 30 в мин, SpO_2 — 96–98%. АД — 98/67 мм рт. ст., ЧСС — 100–115 ударов в мин, ЦВД — 10 мм рт. ст. По эхокардиографии состояние после оперативной коррекции Тетрады Фалло с положительным гемодинамическим эффектом.

Через месяц пациент выписан. На момент выписки общее состояние удовлетворительное, самочувствие не страдает. Ребенок в ясном сознании, на осмотр реагирует адекватно. Кожные покровы и видимые слизистые оболочки обычной окраски и влажности. Язык чистый, влажный. Температура нормальная. Дыхание проводится во все отделы легких, хрипов нет. Тоны сердца ритмичные, ЧСС 105–110 уд/мин, АД — 110/70 мм рт. ст., SpO_2 — 96–98%. Живот мягкий, безболезненный. Перистальтика активная. Печень не выходит из-под края реберной дуги. Стул регулярный. Диурез достаточный. Послеоперационный рубец без признаков воспаления, заживление первичным натяжением. Швы и электроды удалены.

Результаты и обсуждение

В описываемом клиническом наблюдении применение стандартного набора для проведения экстракорпоральной мембранной оксигенации было обусловлено быстрое критическим снижением цифр сатурации до 40%. Искусственная вентиляция легких, на которую ребенок был переведен немедленно — терапевтического эффекта не дала. С учетом предстоящей экстренной операции, необходимости стернотомии и канюляции магистральных сосудов, подключение аппарата искусственного кровообращения требовало определенного времени. За это время в результате наступившей острой гипоксии могли произойти необратимые повреждения в организме пациента. Поэтому было принято решение о неотложном подключении контура для ЭКМО через бедренные сосуды, т.е. проводить вено-артериальную перфузию с дальнейшим использованием канюлированных сосудов для стандартного искусственного кровообращения по схеме: бедренная артерия — бедренная вена и верхняя полая вена. Диапазон рекомендуемого кровотока детской систе-

мы для ЭКМО (производитель Sorin Group) находится в пределах 0 до 2,3 л/мин. Росто-весовые показатели пациента предполагали максимальную скорость полного обхода 2,0 л/мин при перфузионном индексе 2,8 л/мин/м², из чего следовало, что система для ЭКМО могла обеспечить полный легочно-сердечный обход при условии штатной интраоперационной кровопотери, т.к. указанная система не имеет кардиотомного резервуара. На фоне проводимой процедуры ЭКМО при относительно стабильных показателях гемодинамики и транспорта кислорода выполнена стернотомия, канюлирована дополнительно верхняя полая вена. Система обеспечивала стабильные показатели перфузии при расчетной объемной скорости с перфузионным индексом 2,8 л/мин/м². Оперировавшей бригадой было принято решение не проводить переключение пациента на стандартную перфузионную систему, если не возникнет необходимость собирать большое количество крови кардиотомными насосами, а проводить полное искусственное кровообращение мини-байпасной системой для ЭКМО. Функцию коронарных отсосов и кардиотомного резервуара выполнял аппарат Cell Saver Electa (Sorin Group, Италия) путем подключения мешка для отмытых эритроцитов к резервуару для заполнения системы. Для отмывки использовали колокол с минимальным объемом заполнения 55 мл, что позволило в максимально короткие сроки возвращать в циркуляцию излившуюся в операционную рану кровь. Вакуумное разрежение при использовании отсосов не превышало 100–150 мм рт. ст. [7]. Объем возвращенных эритроцитов составил 80 мл, что соответствует кровопотере до 10–15% от объема циркулирующей крови и при возврате аутоэритроцитов позволяет обойтись без дополнительного увеличения количества переливаемой свежезамороженной плазмы — достаточно плазмотрансфузии, предусмотренной протоколом ведения больных в постперфузионном периоде — 5 мл/кг [11, 12]. При работе сепаратора клеток крови, без специальной системы для секвестрации плазмы, плазмотеря неизбежна с отмывочным раствором. Для нивелирования данной ситуации при возникновении дополнительных источников кровопотери, переключение на штатную систему циркуляции было бы произведено незамедлительно. В настоящее время основным показанием для переливания свежезамороженной плазмы является только необходимость восстановления факторов свертывания крови [11]. В нашем наблюдении нарушений коагуляционного гемостаза в послеоперационном периоде не зарегистрировано. На рисунке приведены в сравнении схемы циркуляции аппарата искусственного кровообращения и примененной нами «минибайпасной системы» для ЭКМО с сепарато-

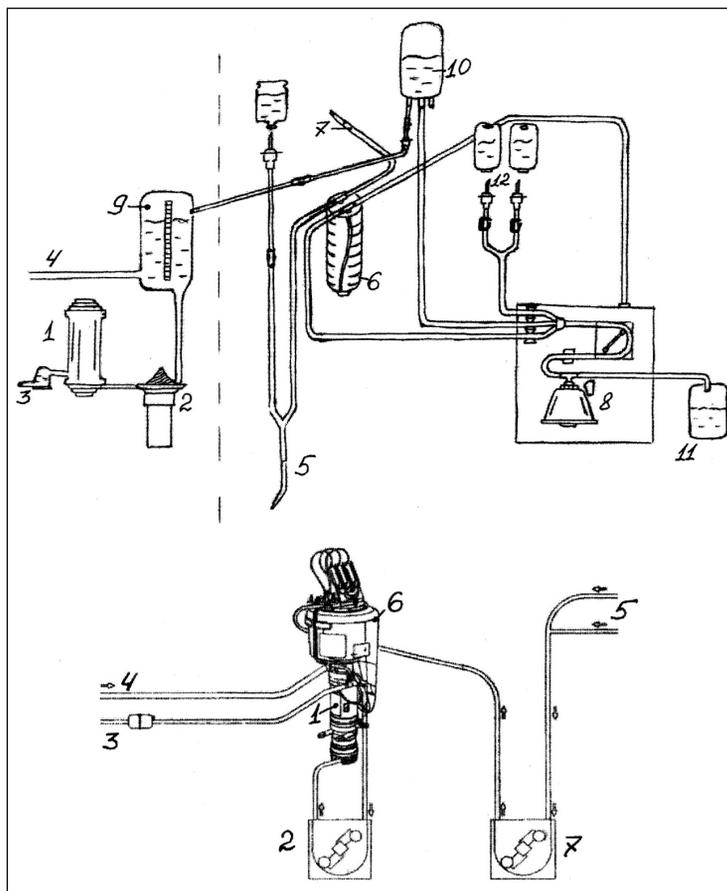


Схема экстракорпорального контура, использованная при проведении искусственного кровообращения (вверху) в сопоставлении со «стандартной» перфузионной системой (внизу).

ром клеток крови. Сопоставимые детали контура циркуляции имеют на рисунке аналогичную нумерацию: 1 — оксигенатор; 2 — артериальный насос, в системе для ЭКМО магнитно-центрифужный, в перфузионной системе роликовый — это касательно нашего наблюдения, но эти оба насоса можно использовать и при полном обходе и при процедуре экстракорпоральной мембранной оксигенации; 3 — артериальная магистраль пациента, 4 — венозная магистраль пациента; 5 — магистрали кардиотомных насосов в стандартной системе или аспиратор для забора крови в сепаратор; 6 — венозно-кардиотомный резервуар перфузионной системы или приемный резервуар сепаратора клеток крови; 7 — роликовый насос кардиотомных отсосов или вакуумная магистраль сепаратора. Далее указаны только детали схемы аппарата для реинфузии эритроцитов (Cell Saver): 8 — колокол сепаратора, 9 — резервуар для заполнения системы; 10 — тетрапакет для обработанной крови, возвращаемой в контур циркуляции; 11 — мешок отходов; 12 — раствор для отмывки крови.

Заключение

Представленный клинический случай демонстрирует возможность применения в экстренной ситуации для проведения полного легочно-сердечного об-

хода стандартного набора, предназначенного для процедуры ЭКМО. Технологическое условие, которое позволяет провести полное искусственное кровообращение — это наличие в системе для ЭКМО оксигенатора с теплообменником, способного поддерживать необходимые температурные режимы пациента и обеспечить адекватный газообмен при максимальной

объемной скорости, соответствующей перфузионному индексу 2,4–2,8 л/мин/м². Блок кардиотомного резервуара с кардиотомными насосами может быть замещен аппаратом Cell Saver при обязательном контроле за количеством обрабатываемой сепаратором крови с целью избежать большие потери плазмы с отмывочным раствором.

Литература

1. Бураковский В. И., Бокерия Л. А. Сердечно-сосудистая хирургия. М.: Медицина; 1989. 752.
2. Галетти П., Бричер Г. Основы и техника экстракорпорального кровообращения. М.: Медицина; 1966. 293.
3. Осипов, В. П. Основы искусственного кровообращения. М.: Медицина; 1976. 319.
4. Меньшугин И. Н. Искусственное кровообращение у детей в условиях ганглионарной блокады. СпецЛит; 1998. 127.
5. Firmin R. K., Killer H. M. Extracorporeal membrane oxygenation. Perfusion 1999; 14 (4): 291–297.
6. Doll N., Fabricius A., Borger M. A. et al. Temporary extracorporeal membrane oxygenation in patients with refractory postoperative cardiogenic shock a single center experience. J. Card. Surg. 2003; 18 (6): 512–518.
7. Джордж А. Грегори. Анестезия в педиатрии. М.: Медицина; 2003. 1192.
8. Stolar C.J., Snedecor S. S., Bartlett R. H. Extracorporeal membrane oxygenation and neonatal respiratory failure: experience from the Extracorporeal Life Support Organization. J. Pediatr. Surg. 1991; 26 (5): 563–571.
9. Coleman D. M., Geidushek J. M. Use of extracorporeal membrane oxygenation for the treatment of persistent pulmonary hypertension an anesthesiologist's perspective. In: Eisenkraft J. B. Progress in Anesthesiology. 9. San Antonio. TX. Dannemiller Memorial Education Foundation. 1997. 323.
10. Бахарева Ю. А., Надирадзе З. З., Доманский А. В. Влияние методики анестезии на течение послеоперационного периода у детей, оперированных с искусственным кровообращением. Общая реаниматология 2009; V (2); 12–16.
11. Гордеев В. И., Александрович Ю. С. АВС инфузионной терапии и перитерального питания в педиатрии. Пособие для врачей. 2-ое изд., пер. доп. СПб.; 2006. 64.
12. Власова А. В., Воробьев П. А., Быстров М. В., Юрьев А. С. Сборник правовых и нормативных документов по производственной и клинической трансфузиологии. М.: Ньюдиамед; 2004. 540.

Поступила 12.10.09

ОБЩАЯ РЕАНИМАТОЛОГИЯ

Научно-практический журнал «Общая реаниматология»,
входящий в перечень ВАК РФ, предназначен для врачей анестезиологов-реаниматологов
и научных сотрудников.

Тематика журнала: патогенез, клиника, диагностика, лечение, профилактика и патологическая анатомия критических, терминальных и постреанимационных состояний. Вопросы оказания догоспитальной помощи при критических состояниях. Вопросы обучения населения и медицинского персонала приемам оказания неотложной помощи при критических состояниях.

Аудитория: лечебные учреждения; высшие учебные заведения медицинского профиля; медицинские учреждения последиplomного образования, Федеральные и региональные органы управления здравоохранением, медицинские научно-исследовательские институты; медицинские библиотеки.

ПОДПИСКА

В любом почтовом отделении связи по каталогу «Роспечать»

- индекс 46338 — для индивидуальных подписчиков
- индекс 46339 — для предприятий и организаций