

7. Jessop J., Jones J. G. Evaluation of the actions of general anaesthetics in the human brain. *Gen Pharmacol.* 1992; 23 (6): 927—35.
8. Ishida R. et al. A case report of paradoxical arousal-like EEG changes during pediatric laparotomy. *Masui.* 2009; 58 (4): 445—48.
9. Faulconer A. J., Bickford R. G. *EEG in Anesthesiology.* Springfield, Illinois: Thomas; 1990.

## REFERENCES

1. Likhvantsev V. V. *Anaesthesia for minimally invasive surgery.* M.: Miklosh; 2005 (in Russian).
2. Ovcharenko N. M., Tsylin L. E., Geodakyan O. S. *Detskaya*

- khirurgiya. 2010; 6: 44—7 (in Russian).
3. Satvaldieva E. A., Rasuleva N. R. *Detskaya khirurgiya.* 2009; 2: 43—6 (in Russian).
4. Bejjani G. et al. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia.* 2009; 23 (2): 175—81.
5. Myles P. et al. *Anesthesiology.* 2009; 110 (5): 1106—15.
6. Jaehde U., Sorgel F. *Clin Pharmacokinet.* 1995; 29: 15—28.
7. Jessop J., Jones J. G. *Gen Pharmacol.* 1992; 23 (6): 927—35.
8. Ishida R. et al. *Masui.* 2009; 58 (4): 445—48.
9. Faulconer A. J., Bickford R. G. *EEG in Anesthesiology.* Springfield, Illinois: Thomas; 1990.

Поступила 24.01.13

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2013

УДК 616.26-007.43-053.1-053.31-089.12

*А. Ю. Разумовский<sup>1,2</sup>, К. В. Константинов<sup>2</sup>, С. М. Степаненко<sup>1,2</sup>, И. И. Афуков<sup>1,2</sup>, К. В. Шаталов<sup>3</sup>, В. А. Стрелков<sup>1</sup>, Е. В. Зилберт<sup>1,2</sup>, А. Д. Кулаев<sup>1</sup>, И. О. Цветков<sup>1</sup>, Т. О. Светличная<sup>1</sup>, М. Б. Алхасов<sup>1,2</sup>, П. Е. Бирюков<sup>1</sup>, М. В. Махалин*

## ПРИМЕНЕНИЕ ВЕНО-АРТЕРИАЛЬНОЙ ЭКСТРАКОРПОРАЛЬНОЙ МЕМБРАННОЙ ОКСИГЕНАЦИИ У НОВОРОЖДЕННОГО С ВРОЖДЕННОЙ ЛЕВОСТОРОННЕЙ ДИАФРАГМАЛЬНОЙ ГРЫЖЕЙ. ПЕРВЫЙ ОПЫТ

<sup>1</sup>Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н. И. Пирогова, Москва;

<sup>2</sup>ФГУЗ "Детская городская клиническая больница № 13 им. Н. Ф. Филатова", Москва;

<sup>3</sup>Научный центр сердечно-сосудистой хирургии им. А. Н. Бакулева РАМН, Москва

Разумовский Александр Юрьевич (Razumovskij Aleksandr Jur'evich), e-mail: 1595105@mail.ru

*У новорожденного с врожденной диафрагмальной грыжей (ВДГ) впервые экстракорпоральная мембранная оксигенация (ЭКМО) выполнена в 1977 г. В нашей стране впервые ЭКМО у ребенка с ВДГ произведена в отделении реанимации и интенсивной терапии ФГУЗ "Детская городская клиническая больница № 13 им. Н. Ф. Филатова" 10 января 2013 г. Вено-артериальную ЭКМО (ВАЭКМО) проводили у новорожденного массой тела 2690 г. Целью проведения ЭКМО стали стабилизация состояния ребенка с возможностью хирургической коррекции порока развития. Показаниями были нарастающая сердечно-легочная недостаточность, гипоксемия ( $PaO_2 < 35$  мм рт. ст., индекс оксигенации на ВЧОИВЛ  $> 50$ , альвеолярно-артериальный градиент кислорода более 600 в течение 8 ч), смешанный ацидоз, гипотония. Основную проблему во время проведения ВАЭКМО в предоперационном периоде представлял геморрагический синдром. Проводили гемостатическую терапию под контролем АСТ (activated clotting time; активированное время свертывания), искусственную вентиляцию легких (ИВЛ), инфузионную и трансфузионную терапию. Кардиотоническую терапию отметили после начала ВАЭКМО в связи со стабилизацией гемодинамики. Параметры ИВЛ были следующими: VR 33,8; P<sub>in</sub> 26,4 mbar; PEEP 5 mbar; FiO<sub>2</sub> 0,33. АСТ в среднем поддерживалась на уровне 195,2 с при средней скорости инфузии гепарина 26 ЕД/кг/ч. Показатели кислотно-основного состояния: pH 7,38; PaO<sub>2</sub> 131,6 мм рт. ст., PaCO<sub>2</sub> 44 мм рт. ст., BE 5,3, лактат 1,2. В среднем центральное венозное давление 7,6 см рт. ст. (103 см вод. ст.), инвазивное артериальное давление 52 мм рт. ст. На 5-е сутки вспомогательного кровообращения принято решение об оперативном вмешательстве на фоне ВАЭКМО.*

**Ключевые слова:** экстракорпоральная мембранная оксигенация (ЭКМО), новорожденные, врожденная диафрагмальная грыжа

### APPLICATION OF VENOARTERIAL EXTRACORPOREAL MEMBRANE OXYGENATION IN A NEWBORN INFANT WITH CONGENITAL LEFT-HAND DIAPHRAGMATIC HERNIA

*Razumovskiy A.Yu., Konstantinov K.V., Stepanenko S.M., Afukov I.I., Shatalov K.V., Strelkov V.A., Zil'bert E.V., Kulaev A.D., Tsvetkov I.O., Svetlichnaya T.O., Alkhasov M.B., Biryukov P.E., Makhalin M.V. N. I. Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow  
Filatov childrens hospital № 13, Moscow  
Bakoulev Scientific Center for Cardiovascular Surgery of the Russian Academy of Medical Sciences*

Экстракорпоральная мембранная оксигенация (ЭКМО; экстракорпоральная поддержка жизнедеятельности) — использование механических устройств, которые временно (от нескольких дней до нескольких месяцев) поддерживают функции сердца и/или легких (полностью или частично) при сердечно-легочной недостаточности, что приводит к восстановлению функции органа или его замещению. Очень важным является отбор пациентов для проведения ЭКМО [1]. С одной стороны, необходимо правильно оценить степень снижения сердечно-легочного резерва с целью определения показаний для применения

этого метода, с другой — исключить группу больных, у которых прогноз является явно безнадежным и для которых проведение ЭКМО не имеет смысла.

Основным показанием для ЭКМО является острая тяжелая сердечная или легочная недостаточность с высоким риском смертности, несмотря на оптимальную обычную терапию. Отдельно выделяют показания при сердечной патологии и дыхательной недостаточности. При лечении сердечной недостаточности ЭКМО используют с целью восстановления насосной функции сердца после ишемического повреждения в ходе сердечно-легочной реанимации или длительной

операции на остановленном сердце [2]. У новорожденных с врожденной диафрагмальной грыжей (ВДГ) описаны несколько критериев, необходимых для подключения ЭКМО. Основными из них являются индекс оксигенации (ИО), альвеолярно-артериальный градиент кислорода ( $AaDO_2$ ),  $PaO_2$ ,  $PaCO_2$ , ацидоз и шок ( $pH < 7,25$  в течение 2 ч или с гипотензией), среднее давление в дыхательных путях (МАР) [3—5]. Некоторые авторы применяют ЭКМО при отсутствии эффекта от ингаляции оксида азота и развитии пневмоторакса на его фоне [6, 7]. Наиболее часто у новорожденных с ВДГ применяют вено-артериальную ЭКМО (ВАЭКМО). При сравнении вено-венозной ЭКМО (ВВЭКМО) и ВАЭКМО обнаружено, что почечная недостаточность развивается больше у пациентов на ВВЭКМО, а неврологические осложнения развиваются чаще при ВАЭКМО [8].

Абсолютными противопоказаниями к проведению ЭКМО у детей являются летальные хромосомные аномалии, необратимые повреждения головного мозга, III степень или более ВЖК. Относительные противопоказания следующие: необратимые повреждения органов (если не планируется трансплантация), масса тела ребенка менее 2000 г (2500 г), срок гестации менее 34 нед, стадия заболевания с высокой вероятностью неблагоприятного прогноза, недавние нейрохирургические процедуры или внутричерепное кровоотечение (в течение 10 дней), недавние операции или травмы (высокий риск кровотечения), тяжелая неврологическая патология и генетические аномалии, терминальные стадии печеночной, почечной недостаточности, первичной легочной гипертензии, механическая вентиляция при жестких режимах 7 дней или более.

У новорожденного с ВДГ впервые ЭКМО выполнена в 1977 г [10]. В нашей стране впервые ЭКМО у ребенка с ВДГ произведена в отделении реанимации и интенсивной терапии ФГУЗ "Детская городская клиническая больница № 13 им. Н. Ф. Филатова" 10 января 2013 г. Целью проведения ЭКМО стала стабилизация состояния ребенка с возможностью хирургической коррекции порока развития. Забегая вперед скажем, что ребенок был оперирован на 5-е сутки жизни на фоне ЭКМО. Данная статья посвящена первому опыту применения ЭКМО в предоперационном периоде.

В отделение реанимации и интенсивной терапии поступил новорожденный ребенок с направляющим диагнозом левосторонней ВДГ. Диагноз был установлен пренатально на 23-й неделе беременности. При исследовании рассчитали легочно-головной индекс и его отношение к нормальным показателям; он был 0,28, т. е. очень низким, летальность в этом случае составляет более 90%. Срок гестации при рождении 38 нед. Масса тела при рождении 2600 г. Ребенок родился в очень тяжелом состоянии за счет дыхательной недостаточности, Апгар 4/6 баллов, сразу был переведен на искусственную вентиляцию легких (ИВЛ). Параметры ИВЛ в родильном доме были следующими: VR 70 в 1 мин,  $FiO_2$  1, Pin 29 mbar, PEEP 5 mbar. На этом фоне  $SpO_2$  было 85—90%. Кардиотоническую поддержку не осуществляли. В возрасте 14 ч жизни ребенка перевели в хирургический стационар. Транспортировку осуществляли выездной неонатальной бригадой на ИВЛ ручным способом 100% кислоро-

дом. Перед транспортировкой ребенка седатировали. Инфузию осуществляли в катетер, установленный в пупочную вену.

При поступлении в больницу состояние ребенка крайней степени тяжести. На фоне ИВЛ с VR 65 в 1 мин,  $FiO_2$  1, Pin 29 mbar, PEEP 5 mbar генерализованный цианоз,  $SpO_2$  70—80%, по данным кислотно-щелочного состояния (КЩС) — гипоксемия, гиперкапния. В легких дыхание очень ослаблено по всем легочным полям. Сердечные тоны глухие. Гемодинамика при поступлении относительно удовлетворительная, артериальное давление (АД) 71/43 мм рт. ст., частота сердечных сокращений (ЧСС) 164 в 1 мин. Ребенку произвели пункцию и катетеризацию бедренной вены под контролем ультразвукового исследования (УЗИ). Диагноз левосторонней ВДГ был подтвержден рентгенологически (рис. 1, см. на вклейке). Масса тела при поступлении 2690 г.

Через короткий промежуток времени произошла дестабилизация гемодинамики, начали инфузию добутамина в дозе 5 мкг/кг/мин. В течение нескольких часов на ИВЛ с параметрами VR 65,  $FiO_2$  1, Pin 29 mbar, PEEP 5 mbar, МАР 17 mbar тенденция к снижению уровня  $SpO_2$  до 60—65%, по КЩС гиперкапния с гипоксемией ( $PaCO_2$  78,9 мм рт. ст.,  $PaO_2$  29,3 мм рт. ст.). ИО 58,  $AaDO_2$  604,8. Гемодинамика нестабильная на инфузии норэдреналина 0,5 мкг/кг/мин и добутамина 8 мкг/кг/мин, АД 54—42/29—20 мм рт. ст. Решено перевести ребенка на ВЧОИВЛ с МАР 19 mbar,  $\Delta P$  39%,  $FiO_2$  1, VR 9 Гц. На этом фоне кратковременный положительный эффект с повышением уровня  $SpO_2$  до 90%, но затем наблюдали тенденцию к его снижению до 63—70%. По КЩС уровень напряжения углекислого газа в крови нормализовался, но сохранялась очень выраженная гипоксемия ( $PaO_2$  29,2 мм рт. ст.,  $PaCO_2$  35,7 мм рт. ст.). ИО 65,  $AaDO_2$  645,3. Постепенно нарастала тенденция к гипотонии.

В связи с нарастанием легочной и сердечно-сосудистой недостаточности, гипоксемии ( $PaO_2 < 35$  мм рт. ст., ИО на ВЧОИВЛ  $> 50$ ,  $AaDO_2 > 600$  в течение 8 ч), смешанного ацидоза, гипотонии, кардиотонической терапии решено начать проведение ВАЭКМО со 100% замещением работы сердца и легких. При принятии решения о проведении ВАЭКМО руководствовались тем, что у ребенка была выраженная сердечная недостаточность на фоне очень тяжелой дыхательной недостаточности, и в данной ситуации ВВЭКМО не обеспечила бы необходимое вспомогательное кровообращение.

Для проведения ЭКМО использовали аппарат Deltastream (MedosMedizintechnikAG, Германия). Контур для ЭКМО имеет свои технические особенности. Компоненты контура способны поддерживать нормотермию и функционировать длительное время. Магистралы контура для ЭКМО разработаны таким образом, что в них отсутствуют области застоя крови и они позволяют применять минимальный уровень гепаринизации. Наиболее важным компонентом экстракорпорального контура для ЭКМО являются газообменное устройство или оксигенатор, остальные составляющие контура служат для обеспечения его работы. При подборе оксигенатора следует учитывать антропометрические данные больного и вид предполагаемой перфузии: вено-венозной или вено-артери-

альной. Оксигенатор выбирают в зависимости от необходимой объемной скорости потока (ОСП), которая обеспечит потребности ребенка в кислороде и метаболизме. Потребность в кислороде у новорожденного ребенка составляет 6—8 мл/кг/мин. Выбрали оксигенатор MEDOS HILITE LT 800. ОСП рассчитывается на основании площади поверхности тела больного и отражает процент обхода сердца, т. е. при 100% обходе аппарат полностью создает кровоток больного. При снижении обхода часть этой функции переключается на сердце. Так, при 50% обходе половину потока создает аппарат, а половину — сердце. Если в этом случае происходит остановка работы сердца, то большой будет получать лишь половину необходимого кровотока, что будет отражаться на газовом составе крови, значениях АД и т. д.

Рассчитывается ОСП по формуле:

ОСП (в мл/мин) = площадь поверхности тела ребенка (в м<sup>2</sup>) · 3 (сердечный индекс) или

ОСП (в мл/мин) = 180—200 мл · массу тела (в кг).

Для этого ребенка расчетная ОСП составила 0,54—0,57 л/мин.

После принятия решения о проведении ЭКМО предприняты следующие действия:

- 1) проверка рабочего состояния аппарата для проведения ЭКМО;
- 2) заполнение резервуара обогревателя стерильной водой для согревания крови в контуре; устанавливается температура обогрева 36—37°C;
- 3) на станции переливания крови была заказана эритроцитарная масса в количестве, необходимом для заполнения контура ЭКМО; проверено наличие одногруппной свежезамороженной плазмы; объем заполнения контура около 200 мл;
- 4) подготовка необходимого инструментария для проведения канюляции артерии и вены сосудов;
- 5) подготовка растворов для заполнения контура ЭКМО; изначально контур заполняется физиологическим раствором хлорида натрия, из контура должен быть удален весь воздух, чтобы не было ни одного воздушного пузырька; растворами для начального заполнения контура могут быть различные солевые кристаллоидные или коллоидные растворы; воздушная ловушка находится в оксигенаторе; после заполнения контура физиологическим раствором, при отсутствии воздуха, контур заполняется одногруппной с пациентом эритроцитарной массой (взвесью); заполнение контура производилось непосредственно перед началом ЭКМО с помощью центрифужного насоса, расположенного на аппарате; после его заполнения в контур вводился гепарин из расчета 70 ЕД на 1 кг массы тела ребенка;
- 6) после окончательного заполнения контура аппарат должен быть постоянно в рабочем состоянии для осуществления циркуляции крови в контуре;
- 7) для предотвращения свертывания крови в экстракорпоральном контуре необходима инфузия гепарина, при этом ориентируются на значения АСТ (activated clotting time; активированное время свертывания), производя забор проб каждые 1—3 ч; АСТ — способ оценки противосвер-

тывающего эффекта гепарина; в случае изолированного применения гепарина АСТ адекватно отражает его эффект, однако при наличии различных факторов, влияющих на свертывающую систему организма, АСТ позволяет оценить их суммарный эффект; использовался портативный экспресс-анализатор свертывающей системы крови с применением микроагуляционной технологии НЕМОСНОН Jг. Signature; необходимо калибровать аппарат перед началом использования.

Одновременно со сборкой контура ЭКМО бригада хирургов проводила канюлирование сосудов. Сосудами для канюляции были выбраны общая сонная артерия и верхняя полая вена. В связи с тем, что требовалась канюляция артерии, чрескожная пункция сосуда и введение канюли с помощью проводника невозможны, для этого требуется хирургическое выделение артерии. Важно учитывать, что необходим тщательный гемостаз при выполнении канюляции, поскольку это предотвратит кровопотерю. В настоящее время используют тонкостенные канюли, стенки которых усилены металлической спиралью, что предотвращает возникновение перегибов канюли [11]. Выбрали канюли фирмы с размером артериальной канюли 8 Fr, венозной 10 Fr [Biomedicus (Medtronic)] (рис. 2).

Перед завершающим этапом установки канюлей в организм ребенка вводили гепарин из расчета 100 ЕД/кг однократно. После установки артериальной и венозной канюль незамедлительно произвели подключение контура ЭКМО к соответствующим канюлям: забор крови осуществляли из верхней полой вены, возврат в общую сонную артерию. Укрепить соединение можно с помощью пластиковых зажимов, входящих в комплект укладки контура (рис. 3). Во время канюляции и подключения аппарата ЭКМО к пациенту ребенок находился на ВЧОИВЛ с вышеуказанными параметрами. Во время операции установки канюль гемодинамика на фоне инфузии норадреналина и добутамина оставалась относительно стабильной. SpO<sub>2</sub> 60—70%.

По окончании канюляции и переводе ребенка на ЭКМО выполнили рентгенологическое исследование с целью контроля положения канюль (рис. 4, см. на вклейке).



Рис. 2. Вид ребенка после канюляции верхней полой вены и общей сонной артерии.



Рис. 3. Сосудистые канюли соединены с контуром ЭКМО. На артериальной канюле наложен пластиковый зажим.

После подключения контура на аппарате установили необходимые параметры: ОСП 0,57 л/мин при скорости вращения насоса 7500 об/мин. Поток кислородно-воздушной смеси устанавливали на уровне 600 мл/мин,  $FiO_2$  1. Контроль давления в артериальной и венозной частях контура осуществляли с помощью ряда датчиков давления. Калибровку датчиков провели сразу после подключения контура к пациенту. Датчик потока установили на артериальную линию. Общий вид рабочего места после подключения пациента к ЭКМО представлен на рис. 5.



Рис. 5. Рабочее место у пациента во время проведения ЭКМО и верхнюю полую вену.

Сразу после подключения ЭКМО начали инфузию гепарина из расчета 5000 ЕД в 50 мл физиологического раствора со скоростью 0,5 мл/ч (19 ЕД/кг/ч). Гепарин снижает агрегацию тромбоцитов, что особенно актуально при нахождении крови вне сосудистого русла, где отсутствует такой естественный противосвертывающий фактор, как эндотелий сосудов. При ЭКМО, если у больного нет кровотечения, АСТ обычно поддерживают в пределах 180—200 с [9]. В случае кровотечения АСТ должно поддерживаться на меньших значениях (140—160 с). Также пункционным способом установили катетер 22 G в лучевую артерию с целью измерения инвазивного АД в режиме on-line. Через 30—40 мин по данным кислотно-основного состояния (КОС) артериальной крови  $PO_2$  569,2 мм рт. ст. и  $PCO_2$  21,7 мм рт. ст., pH 7,44, уровень гемоглобина 168 г/л. Поток кислородно-воздушной смеси был снижен до 250 мл/мин,  $FiO_2$  — до 0,5. Также до 0,4 была снижена концентрация  $FiO_2$  на аппарате ВЧОИВЛ, MAP до 16 mbar.  $SpO_2$  на этом фоне 90—100%, АД 70—80/30—40 мм

рт. ст., ЧСС 30—150 в 1 мин. Кожные покровы розовые, микроциркуляторные нарушения и цианоз сохраняются на нижних конечностях. АСТ через 1, 3 ч после начала ЭКМО 516 с, началось значительное кровотечение из места стояния однопросветного катетера в бедренной вене. Решили от дальнейшей инфузии гепарина отказаться с динамическим контролем АСТ. В связи с положительной динамикой по данным газового состава артериальной крови ( $PO_2$  141 мм рт. ст.,  $PCO_2$  31,2 мм рт. ст. через 3 ч после подключения ЭКМО решили перевести ребенка на традиционную

Таблица 1

#### Контролируемые параметры во время проведения ЭКМО

Параметр	Сутки					Среднее за 5 сут
	1-е	2-е	3-и	4-е	5-е	
	m (min, max)	m (min, max)	m (min, max)	m (min, max)	m (min, max)	
ИВЛ:						
VR	28 (20—36)	36 (36—36)	35 (35—36)	35 (35—35)	35 (35—35)	33,8
Pin, mbar	27 (23—28)	28 (28—28)	25 (23—28)	26 (26—26)	26 (26—26)	26,4
PEEP, mbar	5 (5—5)	5 (5—5)	5 (5—5)	5 (5—5)	5 (5—5)	5
$FiO_2$	0,35 (0,3—0,4)	0,34 (0,3—0,35)	0,3 (0,3—0,3)	0,35 (0,35—0,35)	0,35 (0,35—0,35)	0,33
АСТ, с	267,5 (163—513)	196,5 (125—353)	186,8 (147—278)	169,3 (151—261)	156 (150—163)	195,2
Скорость инфузии гепарина, ЕД/кг/ч	26 (0—30)	26 (15—30)	26 (26—30)	26 (26—26)	26 (26—26)	26
КОС:						
pH	7,29 (7,23—7,44)	7,37 (7,35—7,42)	7,40 (7,37—7,45)	7,45 (7,42—7,48)	7,43 (7,38—7,47)	7,38
$PO_2$ , мм рт. ст.	196 (102,8—569,2)	127,4 (84,4—147,7)	98,9 (81,3—117,4)	112,8 (81,1—182,2)	123,2 (100—138,8)	131,6
$PCO_2$ , мм рт. ст.	37,2 (17,3—54,6)	43,8 (41,1—47,2)	45,9 (39,4—50,6)	44,4 (36,5—48,4)	49,1 (46—55)	44,0
BE	8,13 (17,3—2,4)	0,06 (-2—(3))	3,8 (0,4—5,9)	6,4 (3,4—7,9)	8,4 (7,4—10,2)	5,3
лактат	2,02 (1,18—2,8)	1,2 (0,5—1,6)	1,17 (0,9—1,5)	0,9 (0,7—1,2)	0,85 (0,66—1,23)	1,2
Гемоглобин, г/л	93,7 (78,6—122)	82,9 (65,3—95,4)	83,4 (75,2—90,4)	75 (67—95)	82 (76—93)	83,5
ЦВД, см. рт. ст.	6 (6—6)	8 (7—9)	7 (7—8)	8 (7—8)	9 (6—13)	7,6
Инвазивное АД, мм рт. ст.	50 (46—54)	53 (44—70)	54 (48—71)	53 (46—62)	50 (45—55)	52
Параметр ЭКМО:						
ОСП, л/мин	0,57 (0,57—0,57)	0,53 (0,5—0,57)	0,52 (0,49—0,54)	0,53 (0,52—0,56)	0,52 (0,52—0,52)	0,53
скорость вращения насоса, об/мин	7425 (6700—7600)	6218 (6150—6500)	6368 (6150—6450)	6306 (6200—6400)	6200 (6200—6200)	6503
поток газовой смеси, мл/мин	275 (220—600)	238 (220—600)	250 (250—250)	262 (250—270)	285 (270—300)	262
$FiO_2$	0,5 (0,5—1,0)	0,5 (0,4—0,5)	0,5 (0,5—0,5)	0,54 (0,5—0,6)	0,57 (0,55—0,6)	0,52

ИВЛ со следующими параметрами: VR 20, FiO<sub>2</sub> 0,4, P<sub>in</sub> 25 mbar, PEEP 5 mbar. Поток кислородно-воздушной смеси был снижен до 200 мл/мин. На элиминацию CO<sub>2</sub> влияет поток кислородно-воздушной смеси: чем больше поток, тем больше элиминируется CO<sub>2</sub>. При увеличении скорости кровотока через оксигенатор возрастает количество кислорода, доставляемого больному. На этом фоне SpO<sub>2</sub> 99%, в легких дыхание аускультативно значительно ослаблено. Сердечные тоны глухие, ритмичные, ЧСС 135—145 в 1 мин.

Во время проведения вспомогательного кровообращения проводили постоянный мониторинг параметров гемодинамики, КОС, АСТ, ИВЛ и ЭКМО. В табл. 1 представлены показатели контролируемых параметров.

ИВЛ при ЭКМО должна осуществляться при низком пиковом давлении, с низкой частотой и низкой фракционной концентрацией кислорода во вдыхаемой смеси, для того чтобы предотвратить развитие эмфиземы и исключить повреждающее действие высокой концентрации кислорода на легочную ткань. Эта тактика может быть применима тогда, когда легкие пациента либо совсем не затронуты патологическим процессом (изолированная сердечная недостаточность), либо этот процесс обратим в течение короткого промежутка времени при ИВЛ в так называемом режиме отдыха (мекониальная аспирация, пневмония различной этиологии). У новорожденных с ВДГ, требующих применения ЭКМО, очень сильно выражена гипоплазия легкого на стороне поражения, а также присутствует умеренно выраженная гипоплазия противоположного легкого. Четких рекомендаций по проведению ИВЛ во время ЭКМО у новорожденных с ВДГ нет. Поэтому с целью попытки расправления легкого, вовлечения спавшихся альвеол в газообмен мы применяли стандартные для ВДГ параметры ИВЛ, но с низкой концентрацией FiO<sub>2</sub> (табл. 1). При попытке снизить частоту принудительных вдохов или инспираторное давление на аппарате ИВЛ без изменения потока кислородно-воздушной смеси на ЭКМО, мы отметили нарастание PCO<sub>2</sub> в артериальной крови.

В течение всего периода проведения ЭКМО ребенку с целью обезболивания, седации, синхронизации с ИВЛ и миоплегии проводили инфузию наркотических анальгетиков (промедол 0,1% 0,2 мг/кг/ч), бензодиазепинов (дормикум 0,5 мг/кг/ч) и миорелаксантов (тракриум 0,5 мг/кг/ч). Данный комплекс препаратов используется у новорожденных с ВДГ не только при проведении ЭКМО, но и входит в стандартное лечение при традиционной интенсивной терапии.

Практически сразу после начала ЭКМО отменили инфузию норадреналина, а дозу добутрекса в течение нескольких часов снизили до 6 мкг/кг/мин. На 3-и сутки в связи со стабильной гемодинамикой и тенденцией создания функционального покоя сердца кардиотонические препараты отменили полностью. ЭхоКГ в 1-е сутки: оценка внутрисердечной гемодинамики невозможна на фоне полного экстракорпорального кровообращения; выброса из правого и левого желудочка нет; данных за врожденный порок сердца нет.

Начиная с 1-х суток ЭКМО, ежедневно проводили нейросонографию, так как частым грозным осложнением ЭКМО являются внутримозговые и внутрижелудочковые кровоизлияния. По данным нейросонографии, в динамике таких кровоизлияний не было.

Одним из осложнений гепаринизации во время проведения ЭКМО является геморрагический синдром. Мы столкнулись с достаточно выраженным кровотечением из мест стояния сосудистых катетеров и канюль. В этот период проводили инфузию свежемороженой плазмы из расчета 15—20 мл/кг/сут, эритроцитарной взвеси из расчета 15—20 мл/кг при снижении уровня гемоглобина до 60—70 г/л. В нашем случае мы получали умеренное геморрагическое отделяемое из трахеи, на 2-е сутки была гематурия. Санацию трахеобронхиального дерева производили 1 раз в 6—8 ч с целью удаления мокроты. Для санации предпочтение отдают закрытым санационным системам. Как уже отмечалось, после начала ЭКМО АСТ достигало слишком высоких значений, в связи с чем отключили инфузию гепарина. При достижении нижней границы нормы АСТ, инфузию гепарина возобновили, и в течение всего предоперационного периода она была в среднем 26 ЕД/кг/ч (см. табл. 1).

Наиболее оптимальным способом поддержания адекватной гемодинамики центрального венозного давления (ЦВД), перфузионного давления, ОСП является инфузионная терапия. Правильно подобранный количественный и качественный состав, скорость инфузионной терапии являются залогом стабильного инвазивного и неинвазивного АД на фоне установленного ОСП. Даже незначительная гиповолемия оказывает негативное влияние на ОСП, которая начинает резко снижаться, несмотря на снижение скорости оборотов насоса. Для восстановления скорости потока необходимо струйно вводить в контур ЭКМО естественные или синтетические коллоидные препараты из расчета 15—20 мл/кг на разовое введение. Скорость инфузионной терапии должна быть такой, чтобы поддерживать ЦВД на нормальном уровне (6—10 см вод.

Таблица 2

**Контролируемые показатели крови**

Показатель	Сутки			
	1-е	3-и	4-е	5-е
<b>Общий анализ крови:</b>				
лейкоциты, · 10 <sup>9</sup> /л	7,9		5,3	3,7
тромбоциты, · 10 <sup>9</sup> /л	151		138	115
эритроциты, · 10 <sup>12</sup> /л	3,68		2,67	2,73
гемоглобин, г/л	122		88	90
гематокрит, %	33,6		23	23,5
лимфоциты, %	18		31	24
<b>Биохимический анализ крови:</b>				
альбумин, г/л	35,4	23,2	37,8	27
общий белок, г/л	43,1	36,1	45,5	39
С-реактивный белок, мг/л			8,9	
мочевина, ммоль/л	2,8	3	4,1	1,4
креатинин, мкмоль/л	92	73	82	40
АЛТ, U/L	2,6	5,4	5,6	2,8
АСТ, U/L	27,5	29	24,9	21,7
РСТ, нг/мл	5,13		0,83	
<b>Коагулограмма:</b>				
АЧТВ, с	> 245	148,2	141,6	143,7
тромбиновое время, с	> 165	46	42	43
фибриноген, г/л	0,7	1,1	1,8	1,5
протромбин по Квику, %	< 10	64,7	72,3	66,8
МНО		1,22	1,31	1,38

ст.). Наиболее оптимальные показатели гемодинамики и параметры ЭКМО поддерживались при ЦВД не ниже 8—9 см вод. ст. При этом скорость инфузионной терапии, особенно при продолжающемся кровотечении, составила 20—25 мл/ч при скорости гемотрансфузии 25—30 мл/ч. После стабилизации всех показателей, отсутствии выраженного геморрагического синдрома скорость инфузии была 13—15 мл/ч.

Ежедневно проводили контроль коагулограммы, биохимического состава крови, а также периодически оценивали показатели общего анализа крови, мочи, уровень прокальцитонина (табл. 2).

Для коррекции тромбоцитопении ребенку проводили инфузию тромбоцитарного концентрата (1 доза) и в плановом порядке этампилат натрия ежедневно. На области стояния сосудистых катетеров накладывали давящие повязки. К 4—5-м суткам кровотечение значительно уменьшилось, АСТ поддерживали на уровне 150—160 с.

ЭКМО проводили 4 сут в предоперационном периоде. Учитывая данные зарубежной литературы, которые говорят о том, что новорожденных с ВДГ, находящихся на ЭКМО, лучше оперировать в ранние сроки после стабилизации состояния, учитывая угрозу развития выраженного общего геморрагического синдрома, угрозу развития тяжелой легочной и сердечно-сосудистой недостаточности в послеоперационном периоде, что требовало проведения ЭКМО, решили вопрос о проведении операции на фоне ЭКМО [9].

Итак, можно сделать вывод о том, что ЭКМО в данной ситуации стала единственным способом поддержания жизнедеятельности ребенка. Но проведение вспомогательного кровообращения требует слаженной работы команды врачебного и среднего медицинского персонала, больших экономических затрат, тщательного мониторинга различных компонентов гомеостаза. Для более конкретных выводов и рекомендаций необходимо большее количество наблюдений.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Morini F., Goldman A., Pierro A. Extracorporeal membrane oxygenation in infants with congenital diaphragmatic hernia: a systematic review of the evidence. *Eur. J. Pediatr. Surg.* 2006; 16 (6): 385—91.
2. Бокерия Л. А., Шаталов К. В., Лобачева Г. В. Метод экстракорпоральной мембранной оксигенации при лечении сердечной недостаточности у детей раннего возраста в кардиохирургической клинике. *Детские болезни сердца и сосудов.* 2012; 1: 19—25.

3. Lally K. P., Paranka M. S., Roden J. et al. Congenital diaphragmatic hernia. Stabilization and repair on ECMO. *Ann. Surg.* 1992; 216 (5): 569—73.
4. West K. W., Bengston K., Frederick B. S., Rescorla J. Delayed surgical repair and ECMO improves survival in congenital diaphragmatic hernia. *Ann. Surg.* 1992; 216 (4): 454—60.
5. Nagaya M., Kato J., Niimi N. et al. Analysis of patients with congenital diaphragmatic hernia requiring pre-operative extracorporeal membrane oxygenation (ECMO). *Pediatr. Surg. Int.* 1998; 14 (1—2): 25—9.
6. Sebald M., Friedlich P., Burns C. et al. Risk of need for extracorporeal membrane oxygenation support in neonates with congenital diaphragmatic hernia treated with inhaled nitric oxide. *J. Perinatol.* 2004; 24 (3): 143—6.
7. Somaschini M., Locatelli G., Salvoni L. et al. Impact of new treatments for respiratory failure on outcome of infants with congenital diaphragmatic hernia. *Eur. J. Pediatr.* 1999; 158 (10): 780—4.
8. Guner Y. S., Khemani R. G., Qureshi F. G. et al. Outcome analysis of neonates with congenital diaphragmatic hernia treated with venovenous-venoarterial extracorporeal membrane oxygenation. *J. Pediatr. Surg.* 2009; 44 (9): 1691—701.
9. ECMO: Extracorporeal cardiopulmonary support in critical care / Annich G., Lynch W., MacLaren G. et al. 4th ed. Ann Arbor, Michigan: Extracorporeal Life Support Organization; 2012.
10. German J. C., Gazzaniga A. B., Amlie R. et al. Management of pulmonary insufficiency in diaphragmatic hernia using extracorporeal circulation with a membrane oxygenator (ECMO). *Pediatr. Surg.* 1977; 12 (6): 905—12.
11. Firmin R. K., Killer H. M. Extracorporeal membrane oxygenation. *Perfusion.* 1999; 14: 291—7.

#### REFERENCES

1. Morini F., Goldman A., Pierro A. *Eur. J. Pediatr. Surg.* 2006; 16 (6): 385—91.
2. Bokerija L. A., Shatalov K. V., Lobacheva G. V. *Detskie bolezni serdca i Detskie bolezni serdca i sosudov.* 2012; 1: 19—25.
3. Lally K. P., Paranka M. S., Roden J. et al. *Ann. Surg.* 1992; 216 (5): 569—73.
4. West K. W., Bengston K., Frederick B. S., Rescorla J. *Ann. Surg.* 1992; 216 (4): 454—60.
5. Nagaya M., Kato J., Niimi N. et al. *Pediatr. Surg. Int.* 1998; 14 (1—2): 25—9.
6. Sebald M., Friedlich P., Burns C. et al. *J. Perinatol.* 2004; 24 (3): 143—6.
7. Somaschini M., Locatelli G., Salvoni L. et al. *Eur. J. Pediatr.* 1999; 158 (10): 780—4.
8. Guner Y. S., Khemani R. G., Qureshi F. G. et al. *J. Pediatr. Surg.* 2009; 44 (9): 1691—701.
9. ECMO: Extracorporeal cardiopulmonary support in critical care / Annich G., Lynch W., MacLaren G. et al. 4th Edition. Ann Arbor, Michigan. Extracorporeal Life Support Organization. 2012; P. 537.
10. German J. C., Gazzaniga A. B., Amlie R. et al. *J. Pediatr. Surg.* 1977; 12 (6): 905—12.
11. Firmin R. K., Killer H. M. 1999; 14: 291—7.

Поступила 05.02.13

© И. И. АФУКОВ, 2013

УДК 616.24-008.64-036.11-089:615.816

И. И. Афуков

## ПРИМЕНЕНИЕ ВЫСОКОЧАСТОТНОЙ ОСЦИЛЛЯТОРНОЙ ИСКУССТВЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ЛЕГКИХ У РЕБЕНКА 2,5 ЛЕТ С ОСТРЫМ РЕСПИРАТОРНЫМ ДИСТРЕСС-СИНДРОМОМ

Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н. И. Пирогова, Москва; ФГУЗ "Детская городская клиническая больница № 13 им. Н. Ф. Филатова", Москва

Афуков Иван Игоревич (Afukov Ivan Igorevich), e-mail: Afukovdoc@yandex.ru

*Острый респираторный дистресс-синдром (ОРДС) может сопровождать любую хирургическую или соматическую патологию и во многом определяет течение и исход этой патологии. ОРДС — это остро развившееся осложнение различных, как правило, тяжелых заболеваний и травм, выражающееся неспецифическим поражением легких и проявляющееся клини-*