

**Применение экстракорпоральной мембранный оксигенации у новорожденных с рефрактерной гипоксемией во время медицинской эвакуации**

*A.V. Яковлев, Е.В. Тризна, А.В. Нохрин, В.В. Суворов, Р.Б. Хатагова, К.С. Кирьяков, Е.А. Соловьева, К.В. Пшенисов*

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет», Санкт-Петербург, Россия

**Application of extracorporeal membrane oxygenation in newborns with refractory hypoxemia during medical evacuation**

*A.V. Yakovlev, E.V. Trizna, A.V. Nokhrin, V.V. Suvorov, R.B. Khatagova, K.S. Kiriakov, E.A. Solovieva, K.V. Pshenisnov*

St. Petersburg State Pediatric Medical University, Saint Petersburg, Russia

Экстракорпоральная мембранный оксигенация — современная терапевтическая стратегия, направленная на стабилизацию и восстановление жизненно важных функций организма пациента при тяжелых гемодинамических нарушениях и рефрактерной гипоксии.

Цель исследования. Демонстрация двух клинических случаев применения веноартериальной экстракорпоральной оксигенации у новорожденных с синдромом аспирации мекония, осложнившихся развитием персистирующей легочной гипертензии и рефрактерной гипоксемии во время медицинской эвакуации.

Материал и методы. Проведен комплексный анализ особенностей течения заболевания на основании данных клинико-лабораторных и инструментальных исследований.

Результаты. Продемонстрировано, что применение веноартериальной экстракорпоральной оксигенации у новорожденных с синдромом аспирации мекония на ранних сроках развития заболевания способствует максимально быстрой стабилизации состояния, регрессу гипоксии и синдрома малого сердечного выброса.

Заключение. Применение экстракорпоральной оксигенации у новорожденных с синдромом аспирации мекония и рефрактерной гипоксемии является спасающей жизнь терапевтической стратегией, которая может использоваться на этапе медицинской эвакуации при соответствующей подготовке у медицинского персонала.

**Ключевые слова:** новорожденные, синдром аспирации мекония, рефрактерная гипоксемия, экстракорпоральная мембранный оксигенация, медицинская эвакуация.

**Для цитирования:** Яковлев А.В., Тризна Е.В., Нохрин А.В., Суворов В.В., Хатагова Р.Б., Кирьяков К.С., Соловьева Е.А., Пшенисов К.В. Применение экстракорпоральной мембранный оксигенации у новорожденных с рефрактерной гипоксемией во время транспортировки. РОС ВЕСТН ПЕРИНАТОЛ И ПЕДИАТРИИ 2022; 67:(3): 92–99. DOI: 10.21508/1027-4065-2022-67-3-92-99

**Extracorporeal membrane oxygenation is a modern therapeutic strategy aimed to stabilize vital function in a patient suffering from severe circulatory failure and refractory hypoxia.**

**Purpose.** To describe two clinical cases of venoarterial extracorporeal membrane oxygenation in neonates with meconium aspiration syndrome, complicated by persistent pulmonary hypertension and refractory hypoxia during medical evacuation.

**Material and methods.** The authors performed a comprehensive analysis of the condition specifics based on clinical and instrumental work up.

**Results.** We demonstrated that early application of venoarterial extracorporeal membrane oxygenation in neonates with meconium aspiration syndrome promotes the quickest possible stabilization and reverse of hypoxia and low cardiac output.

**Conclusion.** Venoarterial extracorporeal membrane oxygenation in neonates with meconium aspiration syndrome and refractory hypoxemia is a life-saving procedure, that can be applied during medical evacuation by qualified medical staff.

**Key words:** Neonates, meconium aspiration syndrome, refractory hypoxemia, extracorporeal membrane oxygenation, medical evacuation.

**For citation:** Yakovlev A.V., Trizna E.V., Nokhrin A.V., Suvorov V.V., Khatagova R.B., Kiriakov K.S., Solovieva E.A., Pshenisnov K.V. Application of extracorporeal membrane oxygenation in newborns with refractory hypoxemia during medical evacuation. Ros Vestn Perinatol i Pediatr 2022; 67:(3): 92–99 (in Russ). DOI: 10.21508/1027-4065-2022-67-3-92-99

Экстракорпоральная мембранный оксигенация — современная терапевтическая стратегия, направленная на стабилизацию, поддержание и восстановление жизненно важных функций организма пациента, поддержание оптимального сердечного выброса, газообмена и температуры тела [1–3].

В 1975 г. Роберт Бартлетт впервые успешно применил экстракорпоральную мембранный оксигенацию в педиатрической практике для стабилизации состояния новорожденной девочки с синдромом аспирации

мекония; продолжительность процедуры составила 72 ч, результат лечения — полное выздоровление [4].

В странах СНГ и Российской Федерации идея использования экстракорпоральной мембранный оксигенации тесно связана с именем С.С. Брюхоненко, который в 1926 г. создал первый аппарат для искусственного кровообращения и впервые применил его для оживления животных после перенесенной клинической смерти. В 1945–1951 гг. этот метод стал использоваться и в клинической практике. Первые успешные

попытки внедрения экстракорпоральной мембранный оксигенации в педиатрическую практику в Российской Федерации были предприняты специалистами Национального медицинского исследовательского центра сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева и Национального медицинского исследовательского центра им. акад. Е.Н. Мешалкина. [5].

В 2011 г. сотрудники НМИЦ им. акад. Е.Н. Мешалкина впервые в нашей стране осуществили авиационную транспортировку ребенка с механическим устройством поддержки кровообращения.

Несмотря на долгие годы существования экстракорпоральной мембранный оксигенации как метода лечения тяжелой и рефрактерной гипоксии, до сих пор она остается доступной лишь в крупных федеральных центрах, в то время как многие пациенты в критическом состоянии, нуждающиеся в использовании данной терапевтической стратегии, находятся в стационарах I и II уровней, где ее применение невозможно, а их медицинская эвакуация с использованием традиционной искусственной вентиляции легких сопряжена с высоким риском летального исхода во время транспортировки или в ближайшие часы после нее

© Коллектив авторов, 2022

Адрес для корреспонденции: Яковлев Алексей Владимирович — зам. гл. врача по неонатологии, анестезиологии и реаниматологии Клинической больницы Санкт-Петербургского государственного педиатрического медицинского университета, гл. внештатный неонатолог Ленинградской области, ORCID: 0000-0002-5537-8559

Тризна Евгений Владимирович — зав. отделением анестезиологии-реанимации для детей с кардиохирургической патологией Клинической больницы Санкт-Петербургского государственного педиатрического медицинского университета, ORCID: 0000-0001-6908-8045

Нохрин Андрей Валерьевич — к.м.н., врач-кардиохирург Клинической больницы Санкт-Петербургского государственного педиатрического медицинского университета, ORCID: 0000-0002-2233-0516

Суворов Виталий Владимирович — к.м.н., врач-кардиохирург Клинической больницы Санкт-Петербургского государственного педиатрического медицинского университета, ORCID: 0000-0002-4683-1454

Хатагова Регина Борисовна — врач-анестезиолог-реаниматолог отделения анестезиологии-реанимации для детей с кардиохирургической патологией Клинической больницы Санкт-Петербургского государственного педиатрического медицинского университета, ORCID: 0000-0002-6685-3060

Кирияков Кирилл Сергеевич — врач-анестезиолог-реаниматолог отделения анестезиологии-реанимации для детей с кардиохирургической патологией Клинической больницы Санкт-Петербургского государственного педиатрического медицинского университета, ORCID: 0000-0002-5636-1775

Соловьева Екатерина Анатольевна — врач-анестезиолог-реаниматолог отделения анестезиологии-реанимации для детей с кардиохирургической патологией Клинической больницы Санкт-Петербургского государственного педиатрического медицинского университета, ORCID: 0000-0001-9541-0122

Пшенисов Константин Викторович — д.м.н., доц., проф. кафедры анестезиологии, реаниматологии и неотложной педиатрии факультета послевузовского и дополнительного профессионального образования Санкт-Петербургского государственного педиатрического медицинского университета, ORCID: 0000-0003-1113-5296

e-mail: Psh\_k@mail.ru  
194100 Санкт-Петербург, ул. Литовская, д. 2

[6–9]. Ярким примером критических состояний, сопровождающихся развитием рефрактерной гипоксемии, служат заболевания и патологические состояния неонатального периода, при этом одним из наиболее тяжелых из них является синдром аспирации мекония, прогрессирование которого сопряжено с наличием стойкой легочной гипертензии. Последняя и служит причиной критической гипоксии, однако большинство таких детей находятся в родильных домах I и II уровней и нуждаются в экстренной медицинской эвакуации в специализированный стационар [10–12].

Известно, что своевременное оказание патогенетически обоснованной помощи, транспортировка ребенка в специализированный стационар в первые несколько часов после манифестации патологического процесса увеличивают выживаемость и снижают инвалидизацию в дальнейшем [13, 14]. Создание центров экстракорпоральной мембранный оксигенации с выездными реанимационными бригадами, тесное взаимодействие с учреждениями родовспоможения, введение экстракорпоральной мембранный оксигенации в повседневную практику позволит значительно снизить частоту летальных исходов и необратимых неврологических осложнений у пациентов рассматриваемой категории. С целью иллюстрации возможности применения экстракорпоральной мембранный оксигенации на этапе медицинской эвакуации приводим два клинических случая ее использования на этапе транспортировки у новорожденных с синдромом аспирации мекония.

**Клинический случай №1.** В районной клинической больнице Ленинградской области, расположенной на расстоянии 87 км от Санкт-Петербурга, родился новорожденный, у которого был диагностирован синдром аспирации мекония. Масса тела при рождении 4030 г, длина тела 56 см. Ребенок от четвертой беременности, третьих срочных родов через естественные родовые пути. Беременность протекала на фоне кольпита, анемии, бессимптомной бактериурии. Состояние при рождении тяжелое за счет декомпенсированной дыхательной недостаточности и неврологических нарушений (синдром угнетения). Оценка по шкале Апгар на 1-й минуте составила 3, на 5-й — 5 баллов. Крик ослаблен, кратковременный, апноэ, генерализованный цианоз. Самостоятельное дыхание нерегулярное, неэффективное, в связи с чем выполнена интубация трахеи, при санации трахеобронхиального дерева получен меконий. Начата традиционная конвекционная искусственная вентиляция легких (ИВЛ) с «жесткими» параметрами. Состояние ухудшалось, отмечалось прогрессирование гемодинамических нарушений, что потребовало назначения инотропной и вазопрессорной поддержки (адреналин, норадреналин).

После консультации со специалистами Перинатального центра ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский уни-

верситет» Минздрава России с учетом данных анамнеза и результатов клинико-лабораторного обследования (длительность периода гипоксемии 19 ч, индекс оксигенации 44, катехоламиновый индекс 80, отсутствие эффекта от терапии) было принято решение о необходимости экстренной медицинской эвакуации на фоне веноартериальной экстракорпоральной мембранный оксигенации во время транспортировки. Время с момента принятия решения до выезда реанимационно-консультативной бригады составило 1 ч, время в пути 57 мин.

На момент осмотра ребенка специалистами Перинатального центра ФГБОУ ВО СПбГПМУ Минздрава России (анестезиологи-реаниматологи, кардиохирурги) состояние крайне тяжелое, нестабильное. Сознание медикаментозно угнетено до уровня комы на фоне постоянной внутривенной инфузии 0,005% раствора фентанила в дозе 5 мкг/кг/ч, миоплегия поддерживалась внутривенным болюсным введением ардуана.

Кожа бледно-серая с цианотичным оттенком. Время наполнения капилляров 5 с, выраженные диффузные отеки. Дыхание с респираторной поддержкой, ИВЛ в режиме pressure control ventilation с критическими параметрами (табл. 1). При аусcultации легких дыхание жесткое, равномерно проводится по всем полям, отмечается проводные хрипы,  $SpO_2$  80%. Гемодинамика поддерживается постоянной инфузией 0,1% раствора адреналина (0,4 мкг/кг/мин), добутамина (20 мкг/кг/мин), 0,2% раствора норадреналина (0,2 мкг/кг/мин), при этом частота сердечных сокращений (ЧСС) 188 уд/мин; артериальное давление (АД) 49/26 мм рт. ст. Постоянная инфузия 4% раствора натрия гидрокарбоната в дозе 0,75 мэкв/кг/ч. Живот обычной формы, симметричный, мягкий, безболезненный, печень выступает на 1,5 см из-под края реберной дуги, селезенка не пальпируется. Стула на момент осмотра не было,

анурия. Выполнена катетеризация бедренной вены и артерии. По данным анализа газового состава и кислотно-основного состава артериальной и венозной крови отмечается декомпенсированный смешанный ацидоз, гипоксемия, десатурация.

Проведена катетеризация правой сонной артерии (канюля 8 Fr) и правой внутренней яремной вены (канюля 10 Fr). Через 40 мин после осмотра ребенка начата экстракорпоральная мембранный оксигенация с ультрафильтрацией. Параметры: скорость потока 600 мл/мин (6400 об/мин),  $FiO_2$  1,0, поток газа 400 мл/мин. В течение 15 мин после начала процедуры достигнута стабилизация состояния (показателей ЧСС, АД и  $SpO_2$ ), что позволило снизить параметры ИВЛ и начать респираторную поддержку в режиме отдыха легких. Дозы всех вазоактивных препаратов в течение 1 ч были снижены с последующей отменой.

После стабилизации состояния ребенок переложен в транспортный кувез. Транспортировка осуществлялась в условиях веноартериальной экстракорпоральной мембранный оксигенации и ультрафильтрации аппаратом Medos со следующими параметрами: скорость потока 400 мл/мин (5800 об/мин),  $FiO_2$  0,8, поток газа 300 мл/мин, скорость ультрафильтрации 5 мл/ч. Поддерживалась нормотермия (температура тела 36,5 °C). Дыхание с респираторной поддержкой, ИВЛ в режиме pressure control ventilation с  $FiO_2$  0,4;  $P_{insp}$  14 см вод. ст.,  $PEEP$  6 см вод. ст.,  $f$  30/мин,  $SpO_2$  94%. В медикаментозной коррекции гемодинамики не нуждался (ЧСС 133 уд/мин; АД 50/35 мм рт. ст.).

С целью анальгезии и седации проводилась постоянная инфузия 0,005% раствора фентанила в дозе 3 мкг/кг/ч. Миоплегия была достигнута внутривенным болюсным введением ардуана в дозе 0,1 мг/кг непосредственно перед транспортировкой. Инфузия во время транспортировки проводилась

Таблица 1. Параметры инвазивной искусственной вентиляции легких на фоне экстракорпоральной мембранный оксигенации  
Table 1. Invasive mechanical ventilation parameters with extracorporeal membrane oxygenation

Этап лечения	Параметр ИВЛ				OI	$paO_2/FiO_2$
	$FiO_2$	$P_{insp}$	PEEP	$f$		
<b>Клинический случай №1</b>						
До ЭКМО	1	37	7	70	44	45
Начало ЭКМО	0,4	14	6	30	2,9	110
Перед отключением от ЭКМО	0,35	14	5	35	3,5	288
После отключения от ЭКМО	0,38	15	5	38	3,3	231
<b>Клинический случай №2</b>						
До ЭКМО	1	39	7	60	53	43
Начало ЭКМО	0,5	15	7	30	3,9	182
Перед отключением от ЭКМО	0,21	14	5	25	2	476
После отключения от ЭКМО	0,3	15	5	40	3	303

Примечание. ИВЛ — искусственная вентиляция легких; ЭКМО — экстракорпоральная мембранный оксигенация.

кристаллоидными глюкозосолевыми растворами со скоростью 9,2 мл/ч.

При поступлении в отделение анестезиологии и реанимации для детей с кардиохирургической патологией Перинатального центра Санкт-Петербургского государственного педиатрического медицинского университета состояние ребенка крайне тяжелое, стабильное. Нормотермия. Сознание медикаментозно угнетено (0,005% раствор фентанила в дозе 3 мкг/кг/ч). Миоз, фотореакция вялая, содружественная. Острая патологическая неврологическая симптоматика отсутствует, судорог нет. Обращало внимание наличие генерализованных мягких отеков, по данным ультразвукового исследования органов грудной клетки и брюшной полости выявлено умеренное количество жидкости в плевральных и брюшной полостях. Параметры ИВЛ пошагово снижены с целью обеспечения стратегии легочного покоя. Из трахеобронхиального дерева санируется большое количество слизистой мокроты с примесью свежей крови. Продолжена веноартериальная экстракорпоральная мембранные оксигенация со следующими параметрами: поток 400 мл/мин (6000 об/мин),  $\text{FiO}_2$  0,8, поток газа 400 мл/мин. На этом фоне ЧСС 120–123 уд/мин, периферический пульс удовлетворительных качеств, тоны сердца приглушенны, дующий систолический шум на верхушке. Инвазивное АД 44/30(43) мм рт. ст., в инотропной поддержке не нуждается. Внутренние органы брюшной полости без особенностей. Анурия.

Во время транспортировки применялся безгепариновый протокол, на момент поступления АСТ (activated clotting time) 130 с, внутривенно болюсно введен гепарин в дозе 50 ед/кг, затем начата постоянная инфузия в дозе 10 ед/кг/ч под контролем АСТ. Состояние ребенка оставалось стабильным, продолжалась ИВЛ с минимальными параметрами, кислородозависимость в динамике снизилась, оксигенация удовлетворительная. В инотропной поддержке не нуждался. Проводились инфузационная терапия в рестриктивном режиме, неполное парентеральное и трофическое энтеральное питание с постепенным расширением разового объема кормления смесью с последующим переходом на грудное молоко. С целью коррекции нарушений гемостаза проведена гемотрансфузия свежезамороженной плазмы, тромбоцитарного концентратата. Для поддержания адекватного водного баланса осуществлялась ультрафильтрация. По данным нейросонографии признаков масс-эффекта и ликвородинамических нарушений нет. Церебральный кровоток в передней мозговой артерии удовлетворительный.

На фоне терапии достигнута стойкая положительная клинико-рентгенологическая динамика, что позволило с 3-х суток после поступления в отделение начать поэтапное снижение параметров экстракорпоральной мембранных оксигенации, на этом фоне состояние пациента оставалось стабильным,

увеличения параметров ИВЛ не потребовалось, в гемодинамической поддержке не нуждался. На 5-е сутки проведено пробное отключение аппарата в течение 1 ч, на этом фоне состояние ребенка оставалось стабильным, без ухудшения. Проводилась ИВЛ в режиме *pressure control ventilation* с  $\text{FiO}_2$  0,35;  $\text{Pinsp}$  14 см вод. ст.,  $\text{PEEP}$  5 см вод. ст.,  $f$  35/мин,  $\text{SpO}_2$  96%. В медикаментозной коррекции гемодинамики не нуждался (ЧСС 141 уд/мин; АД 67/34 мм рт. ст.). По данным анализа газового состава и кислотно-основного состояния крови компенсирован. С учетом стабильного состояния ребенка и отсутствия клинико-лабораторных признаков ухудшения принято решение о прекращении процедуры экстракорпоральной мембранных оксигенации, выполнена деканюляция.

Состояние в раннем послеоперационном периоде оставалось стабильным, продолжена ИВЛ с умеренными параметрами, нарушений вентиляции и оксигенации отмечено не было, показатели газового состава, кислотно-основного состояния и концентрации лактата крови в пределах нормы. Гемодинамических нарушений не отмечалось, темп диуреза достаточный на фоне дополнительной стимуляции фуросемидом в дозе 0,1 мг/кг/ч. Седация отменена.

По данным нейросонографии после отключения экстракорпоральной мембранных оксигенации признаков масс-эффекта и ликвородинамических нарушений нет. Церебральный кровоток в передней мозговой артерии умеренно снижен. В области островка, в передних отделах гемисфер и в проекции подкорковых ядер отмечено усиление эхосигнала без четких границ, что расценивается как проявление церебральной ишемии.

Через 2 сут после прекращения процедуры экстракорпоральной мембранных оксигенации на фоне восстановления адекватного самостоятельного дыхания экстубирован, переведен на неинвазивную ИВЛ с умеренными параметрами. Дыхательная недостаточность не прогрессировала. Динамика параметров инвазивной ИВЛ, газового состава и кислотно-основного состояния крови на фоне терапии представлены в табл. 1 и 2.

Неинвазивная ИВЛ проводилась в течение 3 сут, затем начата оксигенотерапия через лицевую маску. На 9-е сутки после поступления в стационар переведен в профильное отделение. На рисунке представлена динамика катехоламинового индекса и индекса оксигенации на фоне терапии. Длительность экстракорпоральной мембранных оксигенации составила 5 сут, ИВЛ — 8 сут, продолжительность лечения в отделении реанимации и интенсивной терапии — 10 сут.

**Клинический случай №2.** В районной клинической больнице Ленинградской области, расположенной на расстоянии 125 км от Санкт-Петербурга, у новорожденного был диагностирован синдром аспирации мекония. Масса тела при рождении 3360 г, длина тела 52 см. Ребенок от восьмой беременности, пятых срочных родов путем оперативного родоразрешения

Таблица 2. Показатели газового состава и кислотно-основного состояния крови на фоне экстракорпоральной мембранный оксигенации

Table 2. Parameters blood gases and acid-base balance of blood against the background of extracorporeal membrane oxygenation

Показатель/этап лечения	До ЭКМО	Начало ЭКМО	Перед отключением от ЭКМО	После отключения от ЭКМО
<i>Клинический случай №1</i>				
pH (артериальная кровь)	7,0	7,27	7,34	7,35
pH (венозная кровь)	6,95	7,26	7,31	7,35
paO <sub>2</sub> , мм рт. ст.	45	110	101	88
pvO <sub>2</sub> , мм рт. ст.	17	37	37	30
paCO <sub>2</sub> , мм рт. ст.	56	38	38	40
pvCO <sub>2</sub> , мм рт. ст.	71	54	51	54
BE, ммоль/л (артериальная кровь)	-12	-6,1	-0,1	-0,5
BE, ммоль/л (венозная кровь)	-14	-7,2	-1,0	-1,5
SaO <sub>2</sub> , %	86	98	99	96
SvO <sub>2</sub> , %	40	57	64	61
<i>Клинический случай №2</i>				
pH (артериальная кровь)	7,1	7,31	7,41	7,35
pH (венозная кровь)	7,025	7,28	7,37	7,35
paO <sub>2</sub> , мм рт. ст.	43	128	100	91
pvO <sub>2</sub> , мм рт. ст.	20	33	39	34
paCO <sub>2</sub> , мм рт. ст.	98	40	38	41
pvCO <sub>2</sub> , мм рт. ст.	108	64	50	52
BE, ммоль/л (артериальная кровь)	-4	-1	-2	0
BE, ммоль/л (венозная кровь)	-6	0	-2	2,5
SaO <sub>2</sub> , %	76	98	99	98
SvO <sub>2</sub> , %	38	52	67	61

(касарево сечение). Беременность протекала на фоне анемии, ожирения, гестоза второй половины беременности, хронической плацентарной недостаточности, хронической гипоксии плода.

Состояние при рождении тяжелое за счет декомпенсированной дыхательной недостаточности. Оценка по шкале Апгар на 1-й минуте составила 8, на 5-й — 4 балла. Закричал сразу после рождения, однако через 2 мин возникло апноэ, сопровождавшееся брадикардией, начата ИВЛ самонаполняющимся мешком через лицевую маску, ЧСС нормализована, сохранялся разлитой цианоз, повторный эпизод апноэ. На 6-й минуте жизни выполнена интубация трахеи, начата ИВЛ с «жесткими» параметрами, отмечалась выраженная кислородозависимость ( $\text{FiO}_2$  1,0), на этом фоне  $\text{SpO}_2$  83–85%. При санации трахеобронхиального дерева получена мекониальная мокрота. Проведена катетеризация пупочной вены, начата инфузционная терапия. Вызвана реанимационно-консультативная бригада, по прибытии изменены параметры ИВЛ, начата медикаментозная седация (сибазон, фентанил). На контрольной рентгенограмме

выявлено резкое снижение пневматизации. С целью стабилизации гемодинамики проводилась постоянная внутривенная инфузия 0,1% раствора адреналина (0,3–0,6 мкг/кг/мин) и добутамина (20 мкг/кг/мин).

После консультации со специалистами Перинатального центра ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России с учетом данных анамнеза и результатов клинико-лабораторного обследования (длительность периода гипоксемии 10 ч, индекс оксигенации 53, катехоламиновый индекс 80, отсутствие эффекта от терапии) было принято решение о необходимости экстренной медицинской эвакуации на фоне веноартериальной экстракорпоральной мембранный оксигенации во время транспортировки.

На момент осмотра ребенка специалистами Перинатального центра ФГБОУ ВО СПбГПМУ Минздрава России (анестезиологи-реаниматологи, кардиохирурги) состояние крайне тяжелое, нестабильное. Сознание медикаментозно угнетено до уровня комы на фоне постоянной внутривенной инфузии 0,005% раствора фентанила в дозе 4 мкг/кг/ч, миоплегия под-

держивалась внутривенным болясным введением ардуана. Кожа бледно-серая с цианотичным оттенком. Время наполнения капилляров 4 с, диффузные отеки. Дыхание с респираторной поддержкой, ИВЛ в режиме *pressure control ventilation* с  $\text{FiO}_2$  1,0;  $\text{Pinsp}$  39 см вод. ст., PEEP 7 см вод. ст.,  $f$  60/мин. При аусcultации легких дыхание жесткое, равномерно проводится по всем полям, отмечается проводные хрипы,  $\text{SpO}_2$  80–83%. Гемодинамика поддерживается постоянной инфузией 0,1% раствора адреналина (0,6 мкг/кг/мин), добутамина (20 мкг/кг/мин), при этом ЧСС 170 уд/мин; АД 55/26 мм рт. ст. Постоянная инфузия 4% раствора натрия гидрокарбоната в дозе 1,1 мэкв/кг/ч. Живот

обычной формы, симметричный, мягкий, безболезненный, печень на 1,5 см выступает из-под края реберной дуги, селезенка не пальпируется. Стула на момент осмотра не было, анурия.

Выполнена катетеризация бедренной вены и артерии. По данным анализа газового состава и кислотно-основного состояния артериальной и венозной крови отмечается декомпенсированный смешанный ацидоз, выраженная гиперкапния, гипоксемия, десатурация. Проведена катетеризация правой сонной артерии (канюля 6 Fr) и правой внутренней яремной вены (канюля 8 Fr). Через 60 мин после осмотра ребенка начата экстракорпоральная мембранный

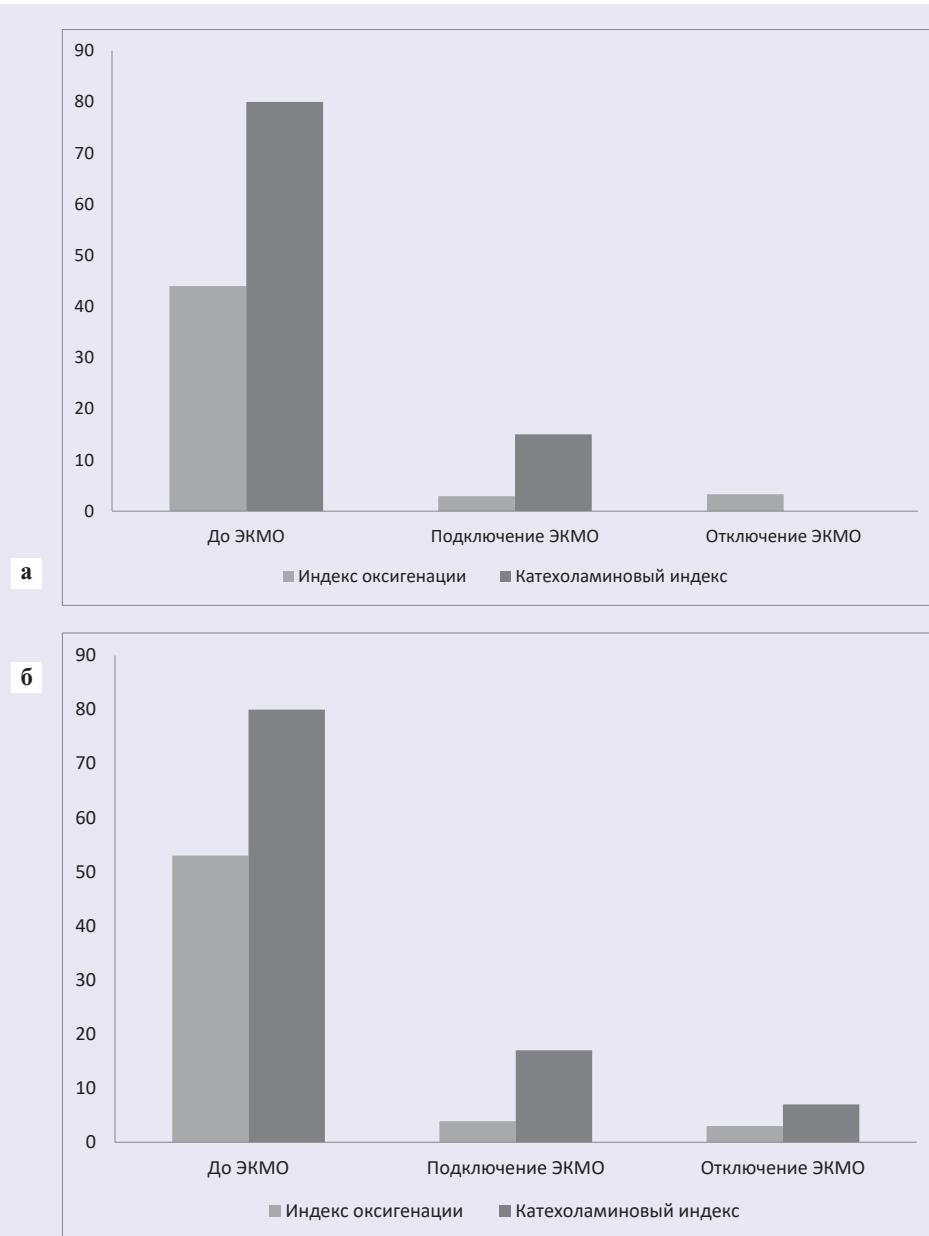


Рисунок. Катехоламиновый индекс и индекс оксигенации на фоне экстракорпоральной мембранный оксигенации (ЭКМО). а — клинический случай №1; б — клинический случай №2.

Figure. Catecholamine index and oxygenation index on extracorporeal membrane oxygenation.  
a — case №1; b — case №2.

ная оксигенация с ультрафильтрацией. Параметры: скорость потока 380 мл/мин (6400 об/мин),  $\text{FiO}_2$  1,0, поток газа 250 мл/мин.

В течение 10 мин достигнута стабилизация состояния (показателей ЧСС, АД и  $\text{SpO}_2$ ), что позволило снизить параметры ИВЛ и начать респираторную поддержку в режиме отдыха легких. Дозы всех вазоактивных препаратов в течение 1 ч были снижены с последующей отменой адреналина. Постоянная инфузия добутамина продолжена в дозе 7 мкг/кг/мин. После стабилизации состояния ребенок переложен в транспортный кувез. Транспортировка осуществлялась в условиях веноартериальной экстракорпоральной мембранный оксигенации и ультрафильтрации аппаратом Medos со следующими параметрами: скорость потока 350 мл/мин (6200 об/мин),  $\text{FiO}_2$  0,7, поток газа 250 мл/мин, скорость ультрафильтрации 4 мл/ч. Поддерживалась нормотермия (температура тела 36,5 °C). Дыхание с респираторной поддержкой, ИВЛ в режиме с  $\text{FiO}_2$  0,5;  $\text{Pinsp}$  15 см вод. ст.,  $\text{PEEP}$  7 см вод. ст.,  $f$  30/мин,  $\text{SpO}_2$  97%. Гемодинамика поддерживалась постоянной инфузией добутамина в дозе 4 мкг/кг/мин, на этом фоне ЧСС 155 уд/мин; АД 52/40 мм рт. ст.

С целью анальгезии и седации проводилась постоянная инфузия 0,005% раствора фентанила в дозе 4 мкг/кг/ч. Миоплегия была достигнута внутривенным болюсным введением ардуана в дозе 0,1 мг/кг непосредственно перед транспортировкой. Инфузия во время транспортировки проводилась кристаллоидными глюкозосолевыми растворами со скоростью 7 мл/ч. Показатели газового состава и кислотно-основного состояния артериальной крови во время транспортировки были в пределах нормы (рН 7,31,  $\text{PaO}_2$  128 мм рт. ст.,  $\text{PaCO}_2$  40 мм рт. ст.,  $\text{SaO}_2$  98%, BE –1 ммоль/л). Время в пути составило 1 ч 29 мин.

При поступлении в отделение анестезиологии и реанимации для детей с кардиохирургической патологией Перинатального центра Санкт-Петербургского государственного педиатрического медицинского университета состояние ребенка крайне тяжелое, стабильное. Нормотермия. Сознание медикаментозно угнетено (0,005% раствор фентанила в дозе 3 мкг/кг/ч; 0,5% раствор сибазона в дозе 0,2 мг/кг/ч). Миоз, фотопрекция живая, содружественная. Острая патологическая неврологическая симптоматика отсутствует, судорог нет. Обращало внимание наличие распространенных мягких отеков. Время наполнения капилляров 3 с. Отмечается тенденция к артериальной гипотензии, без эффекта от волемической нагрузки, в связи с чем начата постоянная инфузия 0,1% раствора адреналина гидрохлорида в дозе 0,05 мкг/кг/мин. Продолжена веноартериальная экстракорпоральная мембранный оксигенация: скорость потока 350 мл/мин (6150 об/мин),  $\text{FiO}_2$  0,8. Дыхание с респираторной поддержкой, ИВЛ в режиме защиты легких, с аппаратом синхронизирован. Нарушений газообмена

и оксигенации нет. При аусcultации легких дыхание жесткое, равномерно проводится по всем полям. Внутренние органы брюшной полости без особенностей, почасовой темп диуреза 1,3 мл/кг/ч.

По данным кардиосонографии при поступлении выявлены функционирующие гемодинамически незначимые фетальные коммуникации (открытое овальное окно и открытый артериальный проток); сократительная способность миокарда значительно снижена. При нейросонографии отмечены признаки гипоксического повреждения коркового белого вещества головного мозга; церебральная гипоперфузия. На рентгенограмме органов грудной клетки тотальное двустороннее снижение пневматизации.

В динамике состояние оставалось крайне тяжелым, относительно стабильным. Проводилась экстракорпоральная мембранный оксигенация с ультрафильтрацией с постепенным снижением параметров. Гемодинамика оставалась стабильной без инотропной поддержки. ИВЛ в режиме защиты легких, кислородная зависимость со снижением до минимальной. Со 2-х суток начато энтеральное кормление в трофическом объеме, с постепенным расширением. Диурез достаточный. Проводились гемотрансфузии свежезамороженной плазмы, эритроцитарной взвеси, тромбоцитарного концентрата. На 8-е сутки после поступления в отделение процедура экстракорпоральной мембранный оксигенации прекращена, на этом фоне отмечено незначительное увеличение кислородозависимости ( $\text{FiO}_2$  0,3), с целью коррекции артериальной гипотензии потребовалось назначение дофамина (7 мкг/кг/мин) с постепенным снижением дозы. Диурез достаточный. Через 3 сут после отключения экстракорпоральной мембранный оксигенации (11-е сутки от начала процедуры) ребенок экстубирован, начата неинвазивная вентиляция легких. Динамика параметров инвазивной ИВЛ, газового состава и кислотно-основного состояния крови на фоне терапии представлены в табл. 1 и 2.

Кислородная зависимость умеренная ( $\text{FiO}_2$  0,3), в медикаментозной коррекции гемодинамики не нуждался. Энтеральное кормление в предложенном объеме усваивал. Диурез достаточный. На 20-сутки от момента поступления переведен в профильное отделение без кислородной зависимости. По данным нейросонографии без грубых патологических изменений, признаки церебральной ишемии, острый период. На рисунке представлена динамика катехоламинового индекса и индекса оксигенации на фоне терапии. Длительность экстракорпоральной мембранный оксигенации составила 8 сут, ИВЛ – 11 сут, продолжительность лечения в отделении реанимации и интенсивной терапии – 20 сут.

### Заключение

Применение экстракорпоральной оксигенации у новорожденных с синдромом аспирации мекония и рефрактерной гипоксией является спасающей жизнью

терапевтической стратегией, которая может использоваться на этапе межгоспитальной транспортировки при соответствующей подготовке медицинского персонала [13]. Это подтверждается и исследованиями зарубежных авторов, которые утверждают, что в отсутствие в течение 6 ч эффекта от традиционной консервативной терапии синдрома аспирации мекония у новорожденных необходим их перевод в специализированный центр [7, 13, 14]. При раннем использовании экстракорпоральной оксигенации у новорожденных с синдромом аспирации мекония выживаемость

находится в диапазоне 94–97%, при этом она гораздо выше при других заболеваниях дыхательной системы у новорожденных. Кроме того, исследования, оценивающие катамнез новорожденных после проведения экстракорпоральной мембранный оксигенации, установили, что при ее использовании отмечаются более низкие показатели тяжелой инвалидности через 1 год, что, по нашему мнению, свидетельствует о необходимости применения данной методики в комплексной терапии тяжелых форм синдрома аспирации мекония у новорожденных.

## ЛИТЕРАТУРА (REFERENCES)

1. Экстракорпоральная мембранный оксигенация. Под ред. О.Э. Луцевича. СПб.: Экстен медикал, 2018; 72. [Extracorporeal membrane oxygenation. Editor O.Je. Lucevich. SPb.: Jeksten medical, 2018; 72. (in Russ.)]
2. Корнилов И.А. Экстракорпоральная поддержка жизни в педиатрии. Патология кровообращения и кардиохирургия 2018; 22(4): 35–47. [Kornilov I.A. Extracorporeal life support in pediatric patients. Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokhirurgiya 2018; 22(4): 35–47. (in Russ.)] DOI: 10.21688/1681–3472–2018–4–35–47
3. Хубулава Г.Г., Наумов А.Б., Марченко С.П., Суворов В.В., Аверкин И.И., Невмержитская О.В. и др. Оценка эффективности реанимационных мероприятий с использованием ЭКМО в модели острой гипоксической остановки кровообращения у свиней (экспериментальное исследование). Педиатр 2014; 4: 20–26. [Khubulava G.G., Naumov A.B., Marchenko S.P., Suvorov V.V., Averkin I.I., Nevmerzhitskaya O.V. et al. Evaluating the effectiveness of resuscitation with extracorporeal membrane oxygenation in a model of acute hypoxic cardiac arrest in pigs (experimental study). Pediatr 2014; 4: 20–26. (in Russ.)]
4. Мальцева О.С., Пшенисов К.В., Шелухин Д.А., Наумов А.Б., Марченко С.П., Яковлев А.В. и др. Экстракорпоральная мембранный оксигенация в педиатрии и неонатологии. Медицина: теория и практика 2018; 3(4): 108–114. [Maltseva O.S., Pshenisnov K.V., Shelukhin D.A. Naumov A.B., Marchenko S.P., Yakovlev A.V. et al. Extracorporeal membrane oxygenation in pediatrics and the neonatology. Meditsina: teoriya i praktika 2018; 3(4): 108–114. (in Russ.)]
5. Бокерия Л.А., Шаталов К.В., Лобачева Г.В., Харькин А.В., Махалин М.В., Бродский А.Г. и др. Метод экстракорпоральной мембранный оксигенации при лечении сердечной недостаточности у детей раннего возраста в кардиохирургической клинике. Детские болезни сердца и сосудов 2012; 1: 19–25. [Bokeriya L.A., Shatalov K.V., Lobacheva G.V., Har'kin A.V., Mahalin M.V., Brodskij A.G. et al. Method of extracorporeal membrane oxygenation in the treatment of heart failure in early age children in cardiac clinic. Detskiye bolezni serdtsa i sosudov 2012; 1: 19–25. (in Russ.)]
6. Александрович Ю.С., Пшенисов К.В. Респираторная поддержка при критических состояниях в педиатрии и неонатологии. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2020; 96. [Aleksandrovich Yu.S., Pshenisnov K.V. Respiratory support for critical conditions in pediatrics and neonatology. Moscow: GEOTAR-Media, 2020; 96. (in Russ.)]
7. Шмаков А.Н., Александрович Ю.С., Пшенисов К.В., Заболотский Д.В., Разумов С.А. Оказание реанимационной помощи детям, нуждающимся в межгоспитальной транспортировке (проект клинических рекомендаций). Альманах клинической медицины 2018; 46(2): 94–108. [Shmakov A.N., Aleksandrovich Yu.S., Pshenisnov K.V., Zabolotskiy D.V., Razumov S.A. Intensive care of children who require interhospital transport (a clinical guideline draft). Al'manakh klinicheskoi meditsiny 2018; 46(2): 94–108. (in Russ.)] DOI: 10.18786/2072–0505–2018–46–2–94–108
8. Шевчукова В.В. Современные аспекты межгоспитальной транспортировки новорожденных детей с перинатальной патологией. Педиатр 2011; 2(4): 96–98. [Shevchukova V. V. The organization of transportation of newborn children with different severity pathology. Pediatr 2011; 2(4): 96–98. (in Russ.)]
9. Александрович Ю.С., Пшенисов К.В., Андреев В.В., Паршин Е.В., Череватенко Р.И., Нурмагамбетова Б.К. Исходы критических состояний у новорожденных в зависимости от сроков межгоспитальной транспортировки. Педиатр 2013; 3: 15–23. [Aleksandrovich Yu.S., Pshenisnov K.V., Andreyev V.V., Parshin Ye.V., Cherevatenko R.I., Nurmagambetova B.K. Outcomes for critical conditions in newborns depending on the time of interhospital transportation. Pediatr 2013; 3: 15–23. (in Russ.)]
10. Александрович Ю.С., Пшенисов К.В. Интенсивная терапия новорожденных. Руководство для врачей. СПб.: Изд-во Н-Л, 2013; 672. [Aleksandrovich Yu.S., Pshenisnov K.V. Intensive therapy of neonate. St. Petersburg: N-L, 2013; 672. (in Russ.)]
11. Gleason C., Juul S. Avery's diseases of the newborn. Tenth edition. Philadelphia, PA: Elsevier, 2017; 1656.
12. Short B.L. Extracorporeal membrane oxygenation: use in meconium aspiration syndrome. J Perinatol 2008; 28(3): S79–83. DOI: 10.1038/jp.2008.152
13. Gehrmann L.P., Hafner J.W., Montgomery D.L., Buckley K.W., Fortuna R.S. Pediatric extracorporeal membrane oxygenation: an introduction for emergency medicine physicians. J Emerg Med 2015; 49(4): 552–660.
14. Amodeo I., Di Nardo M., Raffaeli G., Kamel S., Macchini F., Amodeo A. et al. Neonatal respiratory and cardiac ECMO in Europe. Eur J Pediatr 2021; 1–18. DOI: 10.1007/s00431–020–03898–9

Поступила: 05.04.21

Received on: 2021.04.05

### Конфликт интересов:

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов и финансовой поддержки, о которых необходимо сообщить.

### Conflict of interest:

The authors of this article confirmed the lack of conflict of interest and financial support, which should be reported.