



# Гемосорбция у новорожденного с ранним неонатальным сепсисом (клинический случай)

Макулова А.И.<sup>1,2</sup>, Топоркова А.О.<sup>1</sup>, Холоднова Н.В.<sup>1</sup>, Макарова Л.М.<sup>1</sup>, Козлова Ю.С.<sup>3</sup>,  
Кузнецова И.В.<sup>3</sup>, Журочко Д.П.<sup>3</sup>, Афуков И.И.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Государственное бюджетное учреждение здравоохранения города Москвы «Детская городская клиническая больница № 9 имени Г.Н. Сперанского Департамента здравоохранения города Москвы», 123317, г. Москва, Российская Федерация

<sup>2</sup> Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 117997, г. Москва, Российская Федерация

<sup>3</sup> Государственное бюджетное учреждение здравоохранения города Москвы «Городская клиническая больница имени А.К. Ерамишанцева Департамента здравоохранения города Москвы», 129327, г. Москва, Российская Федерация

## Резюме

В статье представлен первый в нашей стране успешный опыт лечения новорожденного с сепсисом, вызванным предположительно *Escherichia coli*, с применением гемосорбционной колонки Efferon LPS NEO.

**Финансирование.** Исследование не имело финансовой поддержки.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Макулова А.И., Топоркова А.О., Холоднова Н.В., Макарова Л.М., Козлова Ю.С., Кузнецова И.В., Журочко Д.П., Афуков И.И. Гемосорбция у новорожденного с ранним неонатальным сепсисом (клинический случай) // Неонатология: новости, мнения, обучение. 2024. Т. 12, № 4. С. 72–77. DOI: <https://doi.org/10.33029/2308-2402-2024-12-1-72-77>

**Статья поступила в редакцию** 01.02.2024. **Принята в печать** 29.02.2024.

## Ключевые слова:

гемосорбция;  
гемоперфузия;  
новорожденный;  
сепсис; *Escherichia coli*;  
заместительная  
почечная терапия;  
диализ

## Hemoperfusion in a newborn with early neonatal sepsis (clinical case)

Makulova A.I.<sup>1,2</sup>, Toporkova A.O.<sup>1</sup>, Kholodnova N.V.<sup>1</sup>, Makarova L.M.<sup>1</sup>, Kozlova Yu.S.<sup>3</sup>, Kuznetsova I.V.<sup>3</sup>,  
Zhurochko D.P.<sup>3</sup>, Afukov I.I.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Children's City Clinical Hospital No. 9 named after G.N. Speransky, 123317, Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup> Pirogov Russian National Research Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation, 117997, Moscow, Russian Federation

<sup>3</sup> City Clinical Hospital named after A.K. Eramishantsev, 129327, Moscow, Russian Federation

## Abstract

This article presents the first successful experience in our country in treating the newborn with sepsis, presumably caused by *Escherichia coli*, using Efferon LPS NEO pediatric hemoperfusion device.

**Funding.** The study had no sponsor support.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**For citation:** Makulova A.I., Toporkova A.O., Kholodnova N.V., Makarova L.M., Kozlova Yu.S., Kuznetsova I.V., Zhurochko D.P., Afukov I.I. Hemoperfusion in a newborn with early neonatal sepsis (clinical case). Neonatologiya: novosti, mneniya, obucheniye [Neonatology: News, Opinions, Training]. 2024; 12 (1): 72–7. DOI: <https://doi.org/10.33029/2308-2402-2024-12-1-72-77> (in Russian)

**Received** 01.02.2024. **Accepted** 29.02.2024.

## Keywords:

hemosorption;  
hemoperfusion;  
newborn;  
neonate; sepsis;  
*Escherichia coli*;  
renal replacement  
therapy; dialysis

Неонатальный сепсис является одной из основных причин смерти у новорожденных (от 5 до 70%) [1]. Ранний вариант реализации неонатального сепсиса у доношенных новорожденных встречается с частотой 0,4 (0,97–1,1) на 1000 [2–4]. *Escherichia coli* – один из лидирующих возбудителей раннего неонатального сепсиса (первый по частоте встречаемости у недоношенных [5, 6] и второй – у доношенных детей [4]). Причиной неблагоприятных исходов при раннем неонатальном сепсисе является развитие синдрома системного воспалительного ответа и синдрома полиорганной недостаточности. Терапия сепсиса включает раннее назначение антибактериальной терапии, проведение противошоковых мероприятий: назначение инфузионной, кардиотонической и вазопрессорной респираторной поддержки. В настоящее время спорными вопросами остаются применение глюкокортикоидов, иммуноглобулинов [7] и эфферентных методов. Однако, по данным литературы, сорбционные методики все чаще используются в лечении септических пациентов разного возраста [8–10]. Несмотря на активное внедрение сорбционных технологий в рутинную практику лечения септического шока у взрослых пациентов, в неонатологии эфферентные методы используются редко, и в литературе описаны лишь единичные случаи.

**Цель** данного клинического наблюдения – представление первого опыта проведения гемосорбции (ГС) устройством Efferon LPS NEO у новорожденного с ранним неонатальным сепсисом, септическим шоком.

## Клинический случай

Ребенок В. от молодой женщины, от 1-й беременности, протекавшей на фоне ротавирусной инфекции во II триместре. Обследование на *Streptococcus agalactiae*, вирус иммунодефицита человека (ВИЧ), гепатиты, сифилис во время беременности дало отрицательный результат. Роды своевременные, протекавшие с преждевременным разрывом плодных оболочек, полным плотным прикреплением плаценты, потребовавшим ее ручного отделения и выделения последа. Околоплодные воды светлые. Безводный промежуток составил 27 ч 30 мин, I период родов – 1 ч 30 мин, II период – 45 мин.

Родилась доношенная девочка массой тела 2900 г, длиной 50 см, с окружностью головы 34 см, окружностью груди 34 см. Оценка по шкале Апгар – 7/8 баллов. Закричала сразу, крик средней силы, неохотный. Отмечалось умеренное вздутие грудной клетки, аускультативно дыхание проводилось равномерно, умеренно ослабленно, с умеренным количеством крепитирующих и проводных хрипов по всем полям. Степень тяжести дыхательных нарушений по шкале Downes составила 2–3 балла. Сердечная деятельность не страдала. Мышечный тонус, рефлексы умеренно снижены. На 15-й минуте жизни после первичной обработки и антропометрии ребенок был переведен в отделение реанимации и интенсивной терапии новорожденных (ОРИТН) в условиях транспортного кувеза на самостоятельном дыхании.

При поступлении в ОРИТН состояние ребенка расценено как тяжелое, отмечено нарастание дыхательной недостаточности до 3–4 баллов по шкале Downes, по данным кислотно-основного состояния (КОС) регистрировался смешанный ацидоз

(рН 7,154; рСО<sub>2</sub> 67,6; рО<sub>2</sub> 37,4; ВЕ -4,8; НСО<sub>3</sub> 16,8), начата респираторная поддержка в режиме nCPAP. На фоне респираторной поддержки оценка по шкале Downes составила 2 балла, по данным КОС отмечалась положительная динамика (рН 7,289; рСО<sub>2</sub> 46,1; рО<sub>2</sub> 58,9; ВЕ -4,1; НСО<sub>3</sub> 20,1). Сохранялось угнетение центральной нервной системы, мышечный тонус и рефлексы были умеренно угнетены. Учитывая преждевременный разрыв плодных оболочек, длительный безводный промежуток, результаты лабораторных анализов, дыхательную недостаточность, высокий риск развития врожденной пневмонии, была назначена стартовая антибактериальная терапия (ампициллин, нетилмицин в возрастных дозировках), согласно клиническим рекомендациям «Врожденная пневмония». В дальнейшем тяжесть состояния ребенка нарастала за счет прогрессирования дыхательной недостаточности (тахипноэ по данным ультразвукового исследования легких: ателектазированные базальные отделы левого легкого, аускультативно ослабленное дыхание слева). Ребенок был интубирован, начата инвазивная искусственная вентиляция легких (ИВЛ). Отмечалось снижение артериального давления (АД), проведена волюм-эспандерная терапия физиологическим раствором, назначено титрование допамина в стартовой дозе 5 мкг/кг в минуту с постепенным увеличением дозы. Далее по данным эхокардиографического исследования (ЭхоКГ) и клинической картины, согласно клиническим рекомендациям «Диагностика и лечение шока у новорожденных детей», подбирались кардиотоническая и вазопрессорная терапия, также была назначена гормональная терапия шока (норадреналин 1 мкг/кг в минуту, адреналин 0,1 мкг/кг в минуту, добутамин 15 мкг/кг в минуту; допамин отменен, гидрокортизон 2 мг/кг в течение 4 ч), после чего АД нормализовалось. Учитывая смешанный ацидоз по данным КОС (рН 7,187; рСО<sub>2</sub> 54,5; рО<sub>2</sub> 40,6; ВЕ -7,1; НСО<sub>3</sub> 16,5), а также данные рентгенограммы органов грудной клетки (пневматизация легких неоднородная, отмечалось повышение воздушности правого легкого и уменьшение воздушности левого легкого, неоднородное затемнение в базальных отделах легких с двух сторон инфильтративного характера, неоднородность воздушности в верхней доле правого легкого по типу инфильтративных теней), ребенок переведен на высокочастотную осцилляторную ИВЛ, проводилась коррекция метаболического ацидоза раствором натрия гидрокарбоната. Выставлен диагноз: «врожденная пневмония», продолжена антибактериальная терапия (ампициллин, нетилмицин). Проводилась коррекция гипергликемии инсулином.

К 2-м суткам жизни отмечалось нарастание лейкоцитоза до  $36,5 \times 10^9$ /л, нарастание нейтрофилии (палочкоядерные нейтрофилы 5%, сегментоядерные нейтрофилы 75%), уровень С-реактивного белка (СРБ) составил 29,8 мг/л, прокальцитонин (ПКТ) превышал 10 нг/мл (уровень ПКТ измеряли полуколичественным методом ввиду отсутствия технических возможностей для определения его уровня количественным методом в данном лечебно-профилактическом учреждении) (см. таблицу). Учитывая осложненное течение родов (длительный безводный промежуток 27 ч 30 мин), наличие инфекционного очага в виде врожденной пневмонии, высокие значения воспалительных маркеров, развитие полиорганной недостаточности и системного воспалительного ответа, выставлен диагноз: «бактериальный сепсис новорожденного неуточненный». По

данным КОС сохранялся метаболический ацидоз, лактаемия (лактат 4,6–5,1–4,3–6,8 ммоль/л), нарастали показатели азотемии (креатинин – с 74 до 126 мкмоль/л, мочевины – с 3,6 до 10,8 ммоль/л). Развился отечный синдром, темп диуреза снизился до 0,3 мл/кг в час.

Учитывая сохраняющийся метаболический ацидоз, требующий коррекции раствором натрия гидрокарбоната, прогрессирование острого повреждения почек, а также нарастание полиорганной недостаточности на фоне сепсиса неуточненной этиологии, принято решение об экстренном старте продолжительной вено-венозной гемофильтрации с селективной гемосорбцией липополисахаридов. Процедуру проводили в экстренном порядке на этапе родильного дома ввиду нетранспортабельности пациента на фоне потребности в проведении высокочастотной осцилляционной ИВЛ и зависимости от высоких доз кардиотонических и вазопрессорных препаратов аппаратом Multifiltrate в режиме педиатрической продленной вено-венозной гемофильтрации с использованием детской гемосорбционной колонки Efferon LPS NEO. После подготовки экстракорпорального контура (ПВВГФ+ГС) по стандартной методике, рекомендованной производителями, начата процедура ПВВГФ+ГС. Скорость кровотока во время процедуры варьировала от 10 до 32 мл/мин, скорость субституата – от 100 до 270 мл/ч, удаление жидкости пациента – от 0 до 30 мл/ч, суммарно объем ультрафильтрации составил 280 мл. Доза гепарина во время процедуры варьировала от 5 до 30 ЕД/кг в час; коррекция дозы проводилась по уровню активированного частичного тромбопластинового времени (АЧТВ), согласно рекомендациям (поддержание АЧТВ при проведении ПВВГФ и ГС в 1,5–2 раза выше нормы). Продолжительность гемосорбции составила 2 ч 13 мин, после чего была продолжена процедура продленной вено-венозной гемофильтрации. Длительность заместительной почечной терапии (ЗПТ) – 25 ч 9 мин. Параметры во время проведения селективной гемосорбции: скорость крови 18–10 мл/мин, скорость замещения 100 мл/ч, удаление жидкости пациента – 10 мл/ч, суммарная внутривенная инфузия 8 мл/ч. АЧТВ во время процедуры поддерживалось в целевых значениях.

На фоне проведения продленной вено-венозной гемофильтрации и селективной гемосорбции липополисахаридов (ЛПС) удалось купировать метаболический ацидоз (показатели КОС и газов крови до процедуры: рН 7,307; рСО<sub>2</sub> 37,4; рО<sub>2</sub> 47,9; ВЕ -7,1; НСО<sub>3</sub> 18,6; после процедуры: рН 7,353; рСО<sub>2</sub> 44,9; рО<sub>2</sub> 52,8; ВЕ -0,5; НСО<sub>3</sub> 23,5). Уровень лактата снизился до нормативных значений (до процедуры: 7,2, после процедуры – 1,6 ммоль/л), дозы кардиотонических и вазопрессорных препаратов также со снижением, норадреналин удалось отменить. Кроме того, удалось существенно снизить показатели азотемии: креатинин – со 126 до 58 мкмоль/л, мочевины – с 10,8 до 7,8 ммоль/л, показатель СРБ снизился в 3 раза (с 29,7 до 10,9 мг/л), ПКТ по-прежнему превышал 10 нг/мл. Проведена смена антибактериальной терапии: ампициллин и нетилмицин отменены, назначены меропенем и ванкомицин с коррекцией дозы по уровню креатинина.

К 3-м суткам жизни отечный синдром зрительно с нарастанием, масса тела ребенка – 3638 г (прибавка составила 728 г, что соответствовало 25% массы тела при рождении), темп диуреза составил 0,8 мл/кг в час, дозы препаратов кардиотони-

ческой и вазопрессорной терапии – без дальнейшего снижения, в связи с чем было принято решение о проведении повторного сеанса продолжительной вено-венозной гемофильтрации.

Учитывая сохраняющуюся потребность в кардиотонической и вазопрессорной терапии, сохраняющийся лейкоцитоз (31,5×10<sup>9</sup>/л) и нейтрофилез (палочкоядерные нейтрофилы 1%, сегментоядерные 76%) в клиническом анализе крови, высокий уровень ПКТ (>10 нг/мл), а также трудности при заборе жидкости у пациента во время проведения предыдущей процедуры продленной вено-венозной гемофильтрации, несмотря на адекватную волею по данным ЭхоКГ-исследования, через 19 ч 25 мин от старта продленной вено-венозной гемофильтрации принято решение о повторном сеансе селективной гемосорбции ЛПС. ЗПТ проводилась аппаратом Multifiltrate в режиме педиатрической продленной вено-венозной гемофильтрации с использованием детской гемосорбционной колонки Efferon LPS NEO. Скорость кровотока при проведении данной процедуры варьировала от 24 до 30 мл/мин, скорость субституата – от 100 до 250 мл/ч, удаление жидкости пациента – от 0 до 75 мл/ч, суммарная внутривенная инфузия во время процедуры – от 7,7 до 29,8 мл/ч, суммарно объем ультрафильтрации составил 780 мл.

Дотация гепарина в контур для ЗПТ и селективной гемосорбции для профилактики тромбоза гемофильтра составила от 15 до 25 ЕД/кг/ч, подбиралась под контролем АЧТВ, согласно рекомендациям (поддержание АЧТВ при проведении ПВВГФ и ГС в 1,5–2 раза выше нормы). Продолжительность селективной гемосорбции составила 8 ч 55 мин, продолжительность ЗПТ – 28 ч 20 мин. Параметры во время проведения селективной гемосорбции: скорость крови 26 мл/мин, скорость замещения 100 мл/ч, удаление жидкости пациента – 20–75 мл/ч, суммарная внутривенная инфузия 10–29,8 мл/ч. На фоне проведения второй процедуры продленной вено-венозной гемофильтрации и селективной гемосорбции ЛПС ребенок переведен на традиционную ИВЛ; адреналин отменен, назначен допамин; дозы добутамина и гидрокортизона снижены; диурез с нарастанием до 3,4 мл/кг в час; масса тела со снижением до 3240 г (-398 г от предыдущего значения); уровень ПКТ снизился до 2 нг/мл; креатинин снизился до нормативных значений (42 мкмоль/л); количество лейкоцитов в клиническом анализе крови снизилось до 21,9×10<sup>9</sup>/л; палочкоядерные нейтрофилы составили 3%, сегментоядерные – 67%. Данные микробиологического исследования отделяемого из полости матки матери продемонстрировали рост *Escherichia coli* 10<sup>2</sup> КОЕ/мл – продуцента β-лактамаз расширенного спектра с чувствительностью к карбапенемам (меропенему). Несмотря на отсутствие роста гемокультуры, ребенку по совокупности клинических и микробиологических данных посева матери был выставлен диагноз: «сепсис новорожденного, обусловленный *Escherichia coli*».

Учитывая стабилизацию состояния на 7-е сутки жизни, ребенок переведен в детский многопрофильный стационар для дальнейшего лечения. Через 15 ч после перевода ребенок экстубирован, через 4 сут переведен в детское отделение, на 28-е сутки жизни выписан из стационара.

Пациент обследован в катамнезе в возрасте 3 и 6 мес жизни. Лабораторные показатели (показатели КОС, общий анализ крови, клинический анализ мочи, показатели биохимического

Динамика лабораторных и клинических показателей пациента В.

Показатель	Возраст ребенка, сутки жизни						
	1-е	2-е (до ГС)	2-е (после ГС)	3-и	4-е	5-е (до ГС)	6-е (после ГС)
СРБ, мг/л	-	29,8	-	10,9	6,0	4,5	3,2
ПКТ, нг/мл	-	≥10	-	≥10	-	≥10	2,0
Лейкоциты, ×10 <sup>9</sup> /л	8,3	36,5	-	37,1	38,1	30,5	21,9
Нейтрофилы, ×10 <sup>9</sup> /л	4,1	29,93	-	30,8	30,48	20,8	15,3
Нейтрофильный индекс	0,08	0,085	-	0,07	0,063	0,042	0,042
Лактат, ммоль/л	6,8	7,2	-	2,7	3,7	3,7	1,5
КОС:							
pH	7,18	7,307	7,347	7,353	7,21	7,339	7,434
pCO <sub>2</sub>	54,5	37,4	38,7	44,9	46,5	44,1	37,3
pO <sub>2</sub>	40,6	47,9	44,7	52,8	51,1	43,4	39,1
BE	-9,7	-7,1	-4,1	-0,5	-8,6	-1,8	0,8
HCO <sub>3</sub>	16,5	18,9	20,7	23,5	16,7	22,1	25,0
Мочевина, ммоль/л	3,6	10,8	-	-	7,3	7,3	6,8
Креатинин, мкмоль/л	74	126	-	-	39	39	50
Диурез, мл/кг в час	0,3	-	0,46	0,4	0,46	1,1	4,0

Расшифровка аббревиатур дана в тексте.

анализа крови) находились в пределах нормативных значений. Уровень цистатина С в крови (показателя, отражающего функциональное состояние почек) в возрасте 6 мес составил 1,27 мг/л (референсный интервал нормативных значений 1,01–1,92 мг/л).

## Обсуждение

Заболееваемость неонатальным сепсисом, по данным систематического обзора, опубликованного в 2021 г., составляет 2824 случая на 100 тыс. живорожденных, при этом летальность – 17,6% [11]. Ранний неонатальный сепсис является одной из основных причин летальности в данной возрастной группе. Тяжесть состояния пациентов обусловлена развитием полиорганной недостаточности, что требует применения многокомпонентной терапии [12], значительно увеличивая затраты на лечение и время пребывания в ОРИТН [13]. *Escherichia coli* [5] является одним из преобладающих патогенов при развитии сепсиса как у недоношенных [6], так и у доношенных новорожденных [14].

Лечение пациентов с септическим процессом, обусловленным грамотрицательной флорой, всегда требует комплексного подхода (ИВЛ, кардиотоническая и вазопрессорная, антибактериальная терапия), в том числе применения экстракорпоральных методов терапии (ЗПТ и экстракорпоральной мембранной оксигенации) [15–17].

Одним из наиболее современных и активно внедряемых методов экстракорпоральной поддержки при развитии септического шока является ЛПС-селективная гемоперфузия

(гемосорбция). Ранее в многоцентровом рандомизированном исследовании ЛАССО у взрослых пациентов с септическим шоком были показаны эффективность и безопасность устройства для гемоперфузии Efferon LPS, способного избирательно удалять из кровеносного русла эндотоксины и цитокины [18]. В литературе описаны методические аспекты совместного и раздельного применения различных сорбционных устройств в зависимости от стадии воспалительного процесса [19, 20].

У пациентов педиатрического и неонатального профиля данная технология также применялась [9, 21–24], но для этой категории пациентов пока накоплено меньше опыта. Представленный клинический случай стремится сократить этот пробел. Нами описан первый в Российской Федерации опыт применения специального педиатрического устройства для мультимодальной ЛПС-селективной гемоперфузии Efferon LPS NEO (АО «Эфферон», РФ) у новорожденного с сепсисом, вызванным предположительно *E. coli*, осложненным развитием септического шока. В описанном случае применение данной технологии позволило не только стабилизировать состояние пациента, но и избежать осложнений и значительно сократить время госпитализации [25].

## Заключение

Представленный клинический случай показывает, что гемосорбция липополисахаридов у новорожденного при развитии септического шока может помочь стабилизировать состояние пациента и прервать прогрессирование системного воспалительного ответа и полиорганной недостаточности.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Макулова Анастасия Ивановна (Anastasia I. Makulova)\*** – кандидат медицинских наук, руководитель Центра неонатальной нефрологии и диализа ГБУЗ «ДГКБ № 9 им. Г.Н. Сперанского ДЗМ», доцент кафедры педиатрии лечебного факультета ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России, Москва, Российская Федерация

E-mail: mak-ulova@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0001-9952-3159>

**Топоркова Анна Олеговна (Anna O. Toporkova)** – врач – анестезиолог-реаниматолог ГБУЗ «ДГКБ № 9 им. Г.Н. Сперанского ДЗМ», Москва, Российская Федерация

E-mail: picudoctor@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0003-2341-7362>

**Козлова Юлия Сергеевна (Yuliya S. Kozlova)** – врач – анестезиолог-реаниматолог, заведующий ОРИТ № 2 ГБУЗ «ГКБ им. А.К. Ера-мишанцева ДЗМ», Москва, Российская Федерация

E-mail: klyshenka@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0003-0066-1063>

**Кузнецова Инесса Валерьевна (Inessa V. Kuznetsova)** – врач – анестезиолог-реаниматолог ОРИТ № 2 ГБУЗ «ГКБ им. А.К. Ера-мишанцева ДЗМ», Москва, Российская Федерация

E-mail: vartalampi@bk.ru

<https://orcid.org/0000-0002-9068-1000>

**Холоднова Наталья Витальевна (Nataliya V. Kholodnova)** – врач-педиатр, неонатолог ГБУЗ «ДГКБ № 9 им. Г.Н. Сперанского ДЗМ», Москва, Российская Федерация

E-mail: nholodnova@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0002-0419-5410>

**Макарова Людмила Михайловна (Ludmila M. Makarova)** – врач-неонатолог, заведующий 8-м инфекционным отделением диализа ГБУЗ «ДГКБ № 9 им. Г.Н. Сперанского ДЗМ», Москва, Российская Федерация

E-mail: makarova.inf8@yandex.ru

<https://orcid.org/0009-0004-5188-9169>

**Журчко Дмитрий Петрович (Dmitriy P. Zhurochko)** – заместитель главного врача по анестезиологии и реанимации ГБУЗ «ГКБ им. А.К. Ерамишанцева ДЗМ», Москва, Российская Федерация

E-mail: Sad4kv31@yandex.ru

<https://orcid.org/0009-00088-4287-1249>

**Афуков Иван Игоревич (Ivan I. Afukov)** – главный врач ГБУЗ «ДГКБ № 9 им. Г.Н. Сперанского ДЗМ», доцент кафедры детской хирургии им Ю.Ф. Исакова педиатрического факультета ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России, главный внештатный детский специалист анестезиолог-реаниматолог ДЗМ, Москва, Российская Федерация

E-mail: afukovdoc@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0001-9850-6779>

## ЛИТЕРАТУРА

- Korang S.K., Safi S., Nava C., Gordon A., Gupta M., Greisen G. et al. Antibiotic regimens for early-onset neonatal sepsis // *Cochrane Database Syst. Rev.* 2021. Vol. 5, N 5. Article ID CD 013837. DOI: <https://doi.org/10.1002/14651858.CD013837.pub2> PMID: 33998666; PMCID: PMC 8127574.
- Vatne A., Klingenberg C., Rettedal S., Oymar K. Early-onset sepsis in neonates – a population-based study in south-west Norway from 1996 to 2018 // *Front. Pediatr.* 2021. Vol. 9. Article ID 634798. DOI: <https://doi.org/10.3389/fped.2021.634798> PMID: 33816402; PMCID: PMC 8010672.
- Poggi C., Dani C. New antimicrobials for the treatment of neonatal sepsis caused by multi-drug-resistant bacteria: a systematic review // *Antibiotics.* 2023. Vol. 12, N 6. P. 956. DOI: <https://doi.org/10.3390/antibiotics12060956>
- Polcwiartek L.B., Smith P.B., Benjamin D.K., Zimmerman K., Love A., Tiu L. et al. Early-onset sepsis in term infants admitted to neonatal intensive care units (2011–2016) // *J. Perinatol.* 2021. Vol. 41, N 1. P. 157–163. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41372-020-00860-3> PMID: 33070153; PMCID: PMC 7568457.
- Stoll B.J., Puopolo K.M., Hansen N.I., Sánchez P.J., Bell E.F., Carlo W.A. et al.; Eunice Kennedy Shriver National Institute of Child Health and Human Development Neonatal Research Network. Early-onset neonatal sepsis 2015 to 2017, the rise of *Escherichia coli*, and the need for novel prevention strategies // *JAMA Pediatr.* 2020. Vol. 174, N 7. Article ID e200593. DOI: <https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2020.0593> PMID: 32364598; PMCID: PMC 7199167.
- Lai J., Zhu Y., Tang L., Lin X. Epidemiology and antimicrobial susceptibility of invasive *Escherichia coli* infection in neonates from 2012 to 2019 in Xiamen, China // *BMC Infect. Dis.* 2021. Vol. 21, N 1. P. 295. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12879-021-05981-4> PMID: 33757434; PMCID: PMC 7988952.
- Greenfield K.G., Badovinac V.P., Griffith T.S., Knoop K.A. Sepsis, cytokine storms, and immunopathology: the divide between neonates and adults // *Immunohorizons.* 2021. Vol. 5, N 6. P. 512–522. DOI: <https://doi.org/10.4049/immunohorizons.2000104> PMID: 34183380; PMCID: PMC 8686527.
- Еременко А.А., Марченко Т.В., Никола В.В., Зокоев А.К., Скрипаненко Д.А. Применение устройства для сорбции эндотоксина и цитокинов у ребенка с сепсисом после трансплантатаэктомии (клиническое наблюдение) // *Общая реаниматология.* 2023. Т. 19, № 6. С. 48–53. DOI: <https://doi.org/10.15360/1813-9779-2023-6-48-53>
- Александрович Ю.С., Середняков К.В., Пшениснов К.В. Экстракорпоральная гемокоррекция в комплексной терапии септического шока у детей // *Анестезиология и реаниматология.* 2021. № 4. С. 110–117.
- Ronco C., Bellomo R. Hemoperfusion: technical aspects and state of the art // *Crit. Care.* 2022. Vol. 26. P. 135. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13054-022-04009-w>
- Fleischmann C., Reichert F., Cassini A., Horner R., Harder T., Markwart R. et al. Global incidence and mortality of neonatal sepsis: a systematic review and meta-analysis // *Arch. Dis. Child.* 2021. Vol. 106, N 8. P. 745–752. DOI: <https://doi.org/10.1136/archdischild-2020-320217> PMID: 33483376; PMCID: PMC 8311109.
- Sturrock S., Sadoo S., Nanyunja C., Le Doare K. Improving the treatment of neonatal sepsis in resource-limited settings: gaps and recommendations // *Res. Rep. Trop. Med.* 2023. Vol. 14. P. 121–134. DOI: <https://doi.org/10.2147/RR.TM.S410785> PMID: 38116466; PMCID: PMC 10728307.
- Meshram R.M., Gajimwar V.S., Bhongade S.D. Predictors of mortality in outborns with neonatal sepsis: a prospective observational study // *Niger. Postgrad.*

\* Автор для корреспонденции.

Med. J. 2019. Vol. 26, N. 4. P. 216–222. DOI: [https://doi.org/10.4103/npjmj.npmj\\_91\\_19](https://doi.org/10.4103/npjmj.npmj_91_19) PMID: 31621661.

14. Miselli F., Cuoghi Costantini R., Creti R., Sforza F., Fanaro S., Ciccio M. et al. Escherichia coli is overtaking group B Streptococcus in early-onset neonatal sepsis // *Microorganisms*. 2022. Vol. 10, N 10. P. 1878. DOI: <https://doi.org/10.3390/microorganisms10101878> PMID: 36296155; PMCID: PMC 9607315.

15. Cai C., Qiu G., Hong W., Shen Y., Gong X. Clinical effect and safety of continuous renal replacement therapy in the treatment of neonatal sepsis-related acute kidney injury // *BMC Nephrol*. 2020. Vol. 21, N 1. P. 286. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12882-020-01945-z> PMID: 32682407; PMCID: PMC 7368639.

16. Garzotto F., Vidal E., Ricci Z., Paglialonga F., Giordano M., Laforgia N. et al. Continuous kidney replacement therapy in critically ill neonates and infants: a retrospective analysis of clinical results with a dedicated device // *Pediatr. Nephrol*. 2020. Vol. 35, N 9. P. 1699–1705. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00467-020-04562-y> PMID: 32440948.

17. Xu J., Chu X., Zhang W., Sun Y., Qiu G., Cai C. et al. Analysis of risk factors for death in 59 cases of critically ill neonates receiving continuous renal replacement therapy: a two-centered retrospective study // *Eur. J. Pediatr*. 2023. Vol. 182, N 1. P. 353–361. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00431-022-04693-4> PMID: 36369399.

18. Rey S., Kulabukhov V.M., Popov A., Nikitina O., Berdnikov G., Magomedov M. et al. Hemoperfusion using the LPS-selective mesoporous polymeric adsorbent in septic shock: a multicenter randomized clinical trial // *Shock*. 2023. Vol. 59, N 6. P. 846–854. DOI: <https://doi.org/10.1097/SHK.0000000000002121>

19. Ricci Z., Romagnoli S., Reis T., Bellomo R., Ronco C. Hemoperfusion in the intensive care unit // *Intensive Care Med*. 2022. Vol. 48, N 10. P. 1397–1408. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00134-022-06810-1> PMID: 35984473; PMCID: PMC 9389493.

## REFERENCES

1. Korang S.K., Safi S., Nava C., Gordon A., Gupta M., Greisen G., et al. Antibiotic regimens for early-onset neonatal sepsis. *Cochrane Database Syst Rev*. 2021; 5 (5): CD 013837. DOI: <https://doi.org/10.1002/14651858.CD 013837.pub2> PMID: 33998666; PMCID: PMC 8127574.

2. Vatne A., Klingenberg C., Rettedal S., Oymar K. Early-onset sepsis in neonates – a population-based study in south-west Norway from 1996 to 2018. *Front Pediatr*. 2021; 9: 634798. DOI: <https://doi.org/10.3389/fped.2021.634798> PMID: 33816402; PMCID: PMC 8010672.

3. Poggi C., Dani C. New antimicrobials for the treatment of neonatal sepsis caused by multi-drug-resistant bacteria: a systematic review. *Antibiotics*. 2023; 12 (6): 956. DOI: <https://doi.org/10.3390/antibiotics12060956>

4. Polciwartek L.B., Smith P.B., Benjamin D.K., Zimmerman K., Love A., Tiu L., et al. Early-onset sepsis in term infants admitted to neonatal intensive care units (2011–2016). *J Perinatol*. 2021; 41 (1): 157–63. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41372-020-00860-3> PMID: 33070153; PMCID: PMC 7568457.

5. Stoll B.J., Puopolo K.M., Hansen N.I., Sánchez P.J., Bell E.F., Carlo W.A., et al.; Eunice Kennedy Shriver National Institute of Child Health and Human Development Neonatal Research Network. Early-onset neonatal sepsis 2015 to 2017, the rise of Escherichia coli, and the need for novel prevention strategies. *JAMA Pediatr*. 2020; 174 (7): e200593. DOI: <https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2020.0593> PMID: 32364598; PMCID: PMC 7199167.

6. Lai J., Zhu Y., Tang L., Lin X. Epidemiology and antimicrobial susceptibility of invasive Escherichia coli infection in neonates from 2012 to 2019 in Xiamen, China. *BMC Infect Dis*. 2021; 21 (1): 295. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12879-021-05981-4> PMID: 33754734; PMCID: PMC 7988952.

7. Greenfield K.G., Badovinac V.P., Griffith T.S., Knoop K.A. Sepsis, cytokine storms, and immunopathology: the divide between neonates and adults. *Immunohorizons*. 2021; 5 (6): 512–22. DOI: <https://doi.org/10.4049/immunohorizons.2000104> PMID: 34183380; PMCID: PMC 8686527.

8. Eremenko A.A., Marchenko T.V., Nikoda V.V., Zokoev A.K., Skripalenko D.A. Endotoxin and cytokines removal with adsorption device in a child with sepsis after transplantectomy (case report). *Obshchaya reanimatologiya [General Reanimatology]*. 2023; 19 (6): 48–53. DOI: <https://doi.org/10.15360/1813-9779-2023-6-48-53> (in Russian)

9. Aleksandrovich Yu.S., Serednyakov K.V., Pshenisnov K.V. Extracorporeal hemocorrection in complex therapy of septic shock in children. *Anesteziologiya i reanimatologiya [Anesthesiology and Reanimatology]*. 2021; (4): 110–7. (in Russian)

10. Ronco C., Bellomo R. Hemoperfusion: technical aspects and state of the art. *Crit Care*. 2022; 26: 135. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13054-022-04009-w>

11. Fleischmann C., Reichert F., Cassini A., Horner R., Harder T., Markwart R., et al. Global incidence and mortality of neonatal sepsis: a systematic review and meta-analysis. *Arch Dis Child*. 2021; 106 (8): 745–52. DOI: <https://doi.org/10.1136/archdischild-2020-320217> PMID: 33483376; PMCID: PMC 8311109.

12. Sturrock S., Sadoo S., Nanyunja C., Le Doare K. Improving the treatment of neonatal sepsis in resource-limited settings: gaps and recommendations. *Res Rep Trop Med*. 2023; 14: 121–34. DOI: <https://doi.org/10.2147/RRTR.M.S 410785> PMID: 38116466; PMCID: PMC 10728307.

13. Meshram R.M., Gajimwar V.S., Bhongade S.D. Predictors of mortality in outborns with neonatal sepsis: a prospective observational study. *Niger Postgrad Med J*. 2019; 26 (4): 216–22. DOI: [https://doi.org/10.4103/npjmj.npmj\\_91\\_19](https://doi.org/10.4103/npjmj.npmj_91_19) PMID: 31621661.

20. Ronco C., Chawla L., Husain-Syed F., Kellum J.A. Rationale for sequential extracorporeal therapy (SET) in sepsis // *Crit. Care*. 2023. Vol. 27, N 1. P. 50. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13054-023-04310-2> PMID: 36750878; PMCID: PMC 9904264.

21. Bottari G., Guzzo I., Marano M., Stoppa F., Ravà L., Di Nardo M. et al. Hemoperfusion with Cytosorb in pediatric patients with septic shock: a retrospective observational study // *Int. J. Artif. Organs*. 2020. Vol. 43, N 9. P. 587–593. DOI: <https://doi.org/10.1177/0391398820902469> PMID: 32003289.

22. Saetang P., Samransamruajit R., Singjam K., Deekajorndech T. Polymyxin B hemoperfusion in pediatric septic shock: single-center observational case series // *Pediatr. Crit. Care Med*. 2022. Vol. 23, N 8. P. e386–e391. DOI: <https://doi.org/10.1097/PCC.0000000000002969> PMID: 35687100; PMCID: PMC 9345520.

23. Sazonov V., Abylkassov R., Tobylbayeva Z., Saparov A., Mironova O., Poddighe D. Case series: efficacy and safety of hemoadsorption with HA-330 adsorber in septic pediatric patients with cancer // *Front. Pediatr*. 2021. Vol. 9. Article ID 672260. DOI: <https://doi.org/10.3389/fped.2021.672260> PMID: 34178889; PMCID: PMC 8225958.

24. Nishizaki N., Nakagawa M., Hara S., Oda H., Kantake M., Obinata K. et al. Effect of PMX-DHP for sepsis due to ESBL-producing E. coli in an extremely low-birthweight infant // *Pediatr. Int*. 2016. Vol. 58, N 5. P. 411–414. DOI: <https://doi.org/10.1111/ped.12825> PMID: 26710929.

25. Nishizaki N., Shima T., Watanabe A., Obinata K., Shimizu T. Unsatisfactory short-term neurodevelopmental outcomes of preterm infants who received polymyxin B-immobilized fiber column-direct hemoperfusion for septic shock // *Tohoku J. Exp. Med*. 2021. Vol. 253, N 4. P. 275–281. DOI: <https://doi.org/10.1620/tjem.253.275> PMID: 33896891.

14. Miselli F., Cuoghi Costantini R., Creti R., Sforza F., Fanaro S., Ciccio M., et al. Escherichia coli is overtaking group B Streptococcus in early-onset neonatal sepsis. *Microorganisms*. 2022; 10 (10): 1878. DOI: <https://doi.org/10.3390/microorganisms10101878> PMID: 36296155; PMCID: PMC 9607315.

15. Cai C., Qiu G., Hong W., Shen Y., Gong X. Clinical effect and safety of continuous renal replacement therapy in the treatment of neonatal sepsis-related acute kidney injury. *BMC Nephrol*. 2020; 21 (1): 286. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12882-020-01945-z> PMID: 32682407; PMCID: PMC 7368639.

16. Garzotto F., Vidal E., Ricci Z., Paglialonga F., Giordano M., Laforgia N., et al. Continuous kidney replacement therapy in critically ill neonates and infants: a retrospective analysis of clinical results with a dedicated device. *Pediatr Nephrol*. 2020; 35 (9): 1699–705. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00467-020-04562-y> PMID: 32440948.

17. Xu J., Chu X., Zhang W., Sun Y., Qiu G., Cai C., et al. Analysis of risk factors for death in 59 cases of critically ill neonates receiving continuous renal replacement therapy: a two-centered retrospective study. *Eur J Pediatr*. 2023; 182 (1): 353–61. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00431-022-04693-4> PMID: 36369399.

18. Rey S., Kulabukhov V.M., Popov A., Nikitina O., Berdnikov G., Magomedov M., et al. Hemoperfusion using the LPS-selective mesoporous polymeric adsorbent in septic shock: a multicenter randomized clinical trial. *Shock*. 2023; 59 (6): 846–54. DOI: <https://doi.org/10.1097/SHK.0000000000002121>

19. Ricci Z., Romagnoli S., Reis T., Bellomo R., Ronco C. Hemoperfusion in the intensive care unit. *Intensive Care Med*. 2022; 48 (10): 1397–408. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00134-022-06810-1> PMID: 35984473; PMCID: PMC 9389493.

20. Ronco C., Chawla L., Husain-Syed F., Kellum J.A. Rationale for sequential extracorporeal therapy (SET) in sepsis. *Crit Care*. 2023; 27 (1): 50. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13054-023-04310-2> PMID: 36750878; PMCID: PMC 9904264.

21. Bottari G., Guzzo I., Marano M., Stoppa F., Ravà L., Di Nardo M., et al. Hemoperfusion with Cytosorb in pediatric patients with septic shock: a retrospective observational study. *Int J Artif Organs*. 2020; 43 (9): 587–93. DOI: <https://doi.org/10.1177/0391398820902469> PMID: 32003289.

22. Saetang P., Samransamruajit R., Singjam K., Deekajorndech T. Polymyxin B hemoperfusion in pediatric septic shock: single-center observational case series. *Pediatr Crit Care Med*. 2022; 23 (8): e386–91. DOI: <https://doi.org/10.1097/PCC.0000000000002969> PMID: 35687100; PMCID: PMC 9345520.

23. Sazonov V., Abylkassov R., Tobylbayeva Z., Saparov A., Mironova O., Poddighe D. Case series: efficacy and safety of hemoadsorption with HA-330 adsorber in septic pediatric patients with cancer. *Front Pediatr*. 2021; 9: 672260. DOI: <https://doi.org/10.3389/fped.2021.672260> PMID: 34178889; PMCID: PMC 8225958.

24. Nishizaki N., Nakagawa M., Hara S., Oda H., Kantake M., Obinata K., et al. Effect of PMX-DHP for sepsis due to ESBL-producing E. coli in an extremely low-birthweight infant. *Pediatr Int*. 2016; 58 (5): 411–4. DOI: <https://doi.org/10.1111/ped.12825> PMID: 26710929.

25. Nishizaki N., Shima T., Watanabe A., Obinata K., Shimizu T. Unsatisfactory short-term neurodevelopmental outcomes of preterm infants who received polymyxin B-immobilized fiber column-direct hemoperfusion for septic shock. *Tohoku J Exp Med*. 2021; 253 (4): 275–81. DOI: <https://doi.org/10.1620/tjem.253.275> PMID: 33896891.