

УДК 616.94-085.38.015.2:615.246.2

DOI: 10.17816/pmj38616-24

## РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ СЕЛЕКТИВНОЙ СОРБЦИИ ЭНДОТОКСИНА В КОМПЛЕКСНОМ ЛЕЧЕНИИ ХИРУРГИЧЕСКОГО СЕПСИСА И СЕПТИЧЕСКОГО ШОКА

*Л.П. Котельникова, А.В. Верещагин\**

*Пермский государственный медицинский университет имени академика Е.А. Вагнера, Россия*

## RESULTS OF USING SELECTIVE ADSORPTION OF ENDOTOXIN IN COMPLEX TREATMENT OF SURGICAL SEPSIS AND SEPTIC SHOCK

*L.P. Kotelnikova, A.V. Vereschagin*

*E.A. Vagner Perm State Medical University, Russian Federation*

---

**Цель.** Изучить результаты применения ЛПС-сорбции в комплексном лечении хирургического или акушерского сепсиса и септического шока, определить факторы риска развития летальных исходов.

**Материалы и методы.** В Пермской краевой клинической больнице с 2014 г. пролечено 29 пациентов с хирургическим или акушерским сепсисом и септическим шоком, которым проводились сеансы селективной сорбции эндотоксина. Сорбцию осуществляли с использованием сорбционных колонок «Алтеко» компании «Алтеко Медикал АБ» (Швеция). Больные были разделены на две группы по конечным результатам лечения. Проведено сравнение результатов клинического и лабораторного обследования до и через 24 ч после сеансов селективной сорбции эндотоксина.

**Результаты.** На основании корреляционного анализа выделены наиболее значимые факторы риска развития летальных исходов. Установлено, что ни исходные баллы по шкале APACHE, SOFA, ни уровень СРП, ПКТ, ЕАА не имеют значимой корреляции с летальным исходом. Единственным показателем до проведения сорбции, который имеет прямую корреляцию средней величины с летальным исходом, является исходная доза норадреналина. Обнаружена прямая выраженная зависимость неблагоприятных исходов от снижения баллов по шкале SOFA и от ее компонентов. Чем меньше баллов после ЛПС-сорбции, тем меньше летальных исходов. Недостовверное снижение дозы вазопрессоров, уровня прокальцитонина, улучшения индекса оксигенации, наличие бактериемии, септического шока, проведение процедуры с запозданием служили предикторами неэффективности лечения, несмотря на проведение ЛПС-сорбции.

**Выводы.** У выживших пациентов с хирургическим сепсисом и септическим шоком применение ЛПС-сорбции в комплексном лечении достоверно улучшало функцию сердечно-сосудистой и дыхательной

---

© Котельникова Л.П., Верещагин А.В., 2021

тел. +7 902 472 03 94

e-mail: veralex80@mail.ru

[Котельникова Л.П. – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой хирургии с курсом сердечно-сосудистой хирургии и инвазивной кардиологии; Верещагин А.В. (\*контактное лицо) – очный аспирант кафедры хирургии с курсом сердечно-сосудистой хирургии и инвазивной кардиологии].

© Kotelnikova L.P., Vereshchagin A.V., 2021

tel. +7 902 472 03 94

e-mail: veralex80@mail.ru

[Kotelnikova L.P. – MD, PhD, Professor, Head of Department of Surgery with Course of Cardiovascular Surgery and Invasive Cardiology; Vereschagin A.V. (\*contact person) – full-time postgraduate student, Department of Surgery with Course of Cardiovascular Surgery and Invasive Cardiology].

систем, снижало уровень прокальцитонина. Факторами риска развития летальных исходов служила исходная тяжесть сердечно-сосудистой недостаточности, проведение селективной сорбции эндотоксина с запозданием, наличие bacteriemia, септического шока и достоверное снижение баллов по шкале SOFA, уровня ПКТ после селективной сорбции эндотоксина.

**Ключевые слова.** Сепсис, септический шок, ЛПС-сорбция.

**Objective.** To estimate the results of the use of LPS-adsorption in the complex treatment of surgical or obstetric sepsis and septic shock and to determine the risk factors for the development of lethal outcomes.

**Materials and methods.** Since 2014, twenty-nine patients with surgical or obstetric sepsis and septic shock have been treated at the Perm Regional Clinical Hospital using selective endotoxin adsorption in addition to conventional medical therapy. Endotoxin elimination was performed using hemoperfusion with the Alteco LPS Adsorber (Sweden). The patients were divided into two groups according to the final results of the treatment. The data of clinical and laboratory examinations were compared before and 24 hours after LPS elimination.

**Results.** Based on the correlation analysis, the most significant risk factors for the development of fatal outcomes are identified. It was found that neither the initial scores on the APACHE, SOFA scale, nor the level of CRP, PCT, EAA have a significant correlation with the lethal outcome. The only indicator before LPS-adsorption that has a direct correlation of the average value with the fatal outcome is the initial dose of norepinephrine. In our study, the mortality rate depends on the decrease in SOFA scores and its components in 24 hours after the procedure. Patients with the lower score after LPS-adsorption would have lower mortality. The predictors of ineffectiveness of treatment, despite the LPS-adsorption, were an unreliable decrease in the dose of vasopressors and the level of PCT, light improvements in the oxygenation index, the presence of bacteremia, septic shock and the delayed procedure.

**Conclusion.** In surviving patients with surgical sepsis and septic shock, the use of LPS-adsorption in complex treatment significantly improved the function of the cardiovascular and respiratory systems, reduced the level of PCT. The risk factors for the development of lethal outcomes were the initial severity of cardiovascular insufficiency, the selective sorption of endotoxin with a delay, the presence of bacteremia, septic shock, insignificant decrease in SOFA scores and the level of PCT after selective sorption of endotoxin.

**Keywords.** Sepsis, septic shock, LPS-adsorption.

## ВВЕДЕНИЕ

В комплексном лечении хирургического сепсиса и септического шока в настоящее время широко используются методы экстракорпоральной детоксикации, которые направлены на удаление из циркуляторного русла продуктов распада тканей, эндотоксинов, избытка медиаторов воспаления [1, 2]. Применение этих методов позволяет улучшить результаты лечения, снизить послеоперационную летальность. Последние два десятилетия применяют селективную сорбцию эндотоксина (ЛПС-сорбция), в результате которой снижается уровень активности эндотоксина в крови, улучшаются показатели гемодинамики, дыхательная функция [3–5]. В то же время убедительных данных, что этот метод позволяет снизить летальность при хи-

рургическом сепсисе и септическом шоке, пока нет [6–8]. Учитывая высокую стоимость колонок для ЛПС-сорбции, исследования для уточнения показаний к применению этого метода лечения остаются актуальными.

*Цель исследования* – изучить результаты применения ЛПС-сорбции в комплексном лечении хирургического или акушерского сепсиса и септического шока, определить факторы риска развития летальных исходов.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В Пермской краевой клинической больнице с 2014 г. пролечено 29 пациентов с хирургическим или акушерским сепсисом и септическим шоком, которым проводи-

лись 1–3 сеанса селективной сорбции эндотоксина. Сорбцию выполняли с использованием перфузионного аппарата – В. Braun Dialog и сорбционных колонок «Алтеко» компании «Алтеко Медикал АБ» (Швеция) со скоростью перфузии 180 мл/мин со средней продолжительностью 6 ч и интервалом 24 ч.

Больных разделили на две группы по конечным результатам лечения: благоприятный (1-я группа, 17 человек) и летальный исход (2-я группа, 12 человек). Проведено сравнение в группах результатов клинического и лабораторного обследования до и через 24 ч после сеансов экстракорпоральной селективной сорбции эндотоксина. Для этого использовали шкалу SOFA, рутинные анализы крови, определяли уровень С-реактивного протеина (СРП), прокальцитонина (ПКТ), пресепсина методом количественной иммунохемилюминесценции и активность эндотоксина (ЕАА) с помощью набора для хемилюминесцентного анализа (Endotoxin Activity Assay Kit, Canada).

Проведена статистическая обработка материала с помощью программы Statistica 6. Осуществлена проверка выборки на нормальность. Основываясь на результатах теста Шапиро – Уилка, установлено, что выборочные данные не имеют нормального распределения. Статистический анализ проведен с использованием непараметрических методов. Описательная статистика представлена

медианой, 25-м и 75-м квартилями. Для выявления значимых различий в группах до и после сорбции использовали тест Вилкоксона для парных сравнений. Различия между независимыми группами определяли с помощью теста Манна – Уитни. Взаимосвязь между летальными исходами и другими параметрами устанавливали с помощью многофакторного корреляционного анализа, вычисляли коэффициент корреляции ( $r$ ) Спирмена, а также уровень его значимости. Различия считали достоверными при уровне значимости  $p < 0,05$ . На основании корреляционного анализа выделены наиболее значимые факторы риска развития летальных исходов.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Среди пациентов 1-й группы с благоприятным исходом лечения в шести случаях диагностирован сепсис и в 11 – септический шок. Причиной септического состояния послужили хирургические заболевания в 11 случаях, причем у пяти пациенток хирургическая патология развилась в раннем послеродовом периоде. Акушерские осложнения, приведшие к развитию сепсиса, диагностированы еще у шести пациенток, у пяти в позднем послеродовом периоде после кесарева сечения и у одной в результате внебольничного инфицированного аборта (табл. 1).

Таблица 1

#### Ведущая патология у пациентов 1-й и 2-й групп

Основная патология	1-я группа, $n = 17$	2-я группа, $n = 12$
Гнойный метроэндометрит	6	2
Ранение/перфорация кишечника	1/1	0/3
Инфекция кожи и мягких тканей	4	–
Острый гнойный панкреатит	–	3
Гнойный пиелонефрит	1	2
Инфицированный свернувшийся гемоторакс	–	2
Абсцесс/разрыв печени	1/1	–
Спонтанный разрыв пищевода, медиастинит	1	–
Диабетическая флегмона стопы	1	–
Всего	17	12

Во второй группе большинство больных (11 из 12) поступили в состоянии септического шока. Причиной сепсиса у 8 пациенток были хирургические заболевания, развившиеся на фоне беременности или в позднем послеродовом периоде (острый гнойный панкреатит – 3, перфорация толстой кишки – 2, инфицированный свернувшийся гемоторакс – 2 и гнойный пиелонефрит – один). В двух случаях диагностирован гнойный эндометрит после неполного аборта в срок 13–14 недель и после кесарева сечения. Еще в двух случаях – сочетанная травма груди, живота с повреждением толстой кишки, разлитого перитонита и острый пиелонефрит после трансплантации родственной почки (табл. 1).

Все пациенты были оперированы. Количество операций колебалось от одной до 16, в среднем –  $2,6 \pm 1,52$  на одного человека

( $Me = 3$ ). Вид оперативных вмешательств представлен в табл. 2. Смену системы для лечения ран отрицательным давлением заменяли от шести до 14 раз. При развитии хирургической патологии в раннем послеродовом периоде у 13 пациенток до или при поступлении в хирургический стационар одновременно с коррекцией хирургических заболеваний была произведена экстирпация матки.

Значимой разницы по большинству основных исходных клинических и лабораторных параметров в группах не обнаружено (табл. 3). Среди выживших было достоверно меньше пациентов с септическим шоком и получавших вазопрессорную поддержку. Уровень ПКТ до проведения ЛПС-сорбции в этой группе был в два раза ниже, чем во второй, но разница не была статистически достоверной.

Таблица 2

### Оперативные вмешательства у пациентов 1-й и 2-й групп

Основная патология	1-я группа, <i>n</i> = 17	2-я группа, <i>n</i> = 12
Экстирпация матки с придатками	6	2
Операция Гартмана	1	2
Резекция тонкой кишки	1	1
Удаление обширных гематом и вскрытие флегмон передней брюшной стенки с установкой системы для лечения ран отрицательным давлением – VAC-системы	4	–
Лапароскопическая холецистэктомия, санация и дренирование салниковой сумки	–	3
Чрескожная нефростомия под контролем УЗИ	1	1
Нефрэктомия	–	1
Торакоскопия, удаление инфицированного свернувшегося гемоторакса	–	2
Резекция печени	1	–
Ушивание раны печени	1	–
Заднемедиастинальная пластика пищевода желудком, дренирование средостения и плевральной полости	1	–
Ампутация бедра	1	–
Всего	17	12

**Основные исходные клинические и лабораторные характеристики пациентов**

Клинические и лабораторные характеристики	Живые (1-я группа) <i>n</i> = 17	Умершие (2-я группа) <i>n</i> = 15	<i>p</i>
Возраст, лет	33,5 (29,5; 39)	34 (28; 48)	0,884
Пол м/ж	7/10	3/12	
Сепсис/септический шок	6/11	1/14	0,05*
APACHE 2, баллы	13 (10,5; 18)	13 (10; 16)	0,145
SOFA, баллы	12 (8,5; 14)	13 (11; 15)	0,441
Норадреналин, <i>n</i> (%)	8 (47)	14 (93,3)	0,024*
Объем инфузии в первые 24 ч, мл	3125 (2270; 3697)	2493 (1800; 3300)	0,227
Индекс оксигенации	187 (158; 228,5)	169,5 (108; 287)	0,966
Частота сердечных сокращений	16 (14; 17)	17 (16; 20)	0,067
Частота дыхательных движений	104 (91; 116)	117 (110; 130)	0,092
Температура тела	37,8 (37,3; 38,4)	37,9 (36,7; 39)	0,819
Эритроциты	3,6 (3,2; 4,0)	3,4 (3,2; 4,0)	
Лейкоциты	17,6 (14,3; 20,6)	12,7 (9; 23,4)	0,157
Палочкоядренные нейтрофилы, %	16,5 (13,5; 25)	12,5 (10; 28)	0,205
ПКТ	7,1 (3,3; 41,7)	14,4 (10,5; 16,4)	0,256
Пресепсин	2555 (1190; 3087)	2554 (1202; 3650)	0,806
ЕАА	0,85 (0,7; 0,88)	0,66 (0,57; 0,86)	0,462
СРП	142 (96; 178)	134 (114; 219)	0,831
Общий белок, г/л	45,5 (42,5; 52,5)	50 (39; 52)	0,867
Альбумин	25,5 (23; 29,5)	26 (23; 28)	0,884
Мочевина	10,3 (8; 18,6)	16,2 (6,8; 19,5)	0,560
Креатинин	147 (68; 235,2)	114 (65; 139)	0,429

*Примечание:* \* – различие статистически достоверно – критерий Манна – Уитни, точный критерий Фишера.

У больных с хирургической патологией, травмой живота или акушерскими осложнениями процедуру проводили в течение первых суток после оперативного вмешательства, при поступлении или в процессе лечения, если возникала необходимость в релапаротомии «по требованию» или дополнительных хирургических вмешательств в связи с развитием осложнений. Экстракорпоральную селективную сорбцию эндотоксина выполняли от одного до трех раз, ориентируясь на клинический эффект и уровень ПКТ после первой процедуры. У пяти пациентов после первого сеанса ЛПС-сорбции состояние значительно улучшилось: они были экстубированы, в трех случаях нормализовалось артериальное давление без вазопрессорной поддержки, а в двух

доза норадреналина снизилась на 50 %. Уровень ПКТ нормализовался (медиана 0,86 нг/мл) с колебаниями от 0,5 до 1,3 нг/мл. Двое пациентов погибли через сутки после процедуры по причине прогрессирования септического шока. У остальных 22 больных состояние улучшилось незначительно со снижением баллов по шкале SOFA с 12 (10,5; 15) до 9 (7,5; 12), уровня ПКТ до 8 нг/мл с колебанием от 1,35 до 19 нг/мл. Индекс оксигенации у них увеличился на 30 %, доза норадреналина снизилась на 25 %. Им были проведены вторая и третья процедуры.

У пациентов 1-й и 2-й групп отмечена различная реакция на проведенное лечение: в 1-й группе после сеансов ЛПС-сорбции количество баллов по шкале SOFA снизилось

в 4 раза, значительно возрос индекс оксигенации, уменьшился уровень ПКТ; во 2-й группе отмечено лишь незначительное улучшение, количество баллов по шкале SOFA снизилось с 13 до 10,5, индекс оксигенации увеличился на 21 %, а уровень ПКТ снизился в 2,4 раза, но не нормализовался (табл. 4).

При проведении корреляционного анализа установлено, что ни исходные баллы по шкале APACHE, SOFA, ни уровень СРП, ПКТ, ЕАА не имеют значимой корреляции с летальным исходом. Единственным показателем до проведения сорбции, который имеет прямую корреляцию средней величины с летальным исходом, является исходная доза норадреналина. Чем она выше, тем меньше шансов на выздоровление, несмотря на применение ЛПС-сорбции. Фактором риска развития неблагоприятного исхода, несмотря на добавление к традиционным методом

ЛПС-сорбции, относится незначительная реакция пациента на проведенную процедуру. Обнаружена прямая выраженная зависимость летального исхода от снижения баллов по шкале SOFA и от ее компонентов. Чем меньше баллов после ЛПС-сорбции, тем меньше летальных исходов (табл. 5).

Лечение хирургического сепсиса и септического шока заключается в санации очага инфекции, адекватной антибактериальной терапии и коррекции дисфункции или недостаточности органов [9, 10]. Добавление в комплексное лечение селективной сорбции эндотоксина позволяет улучшить результаты. Во многих исследованиях отмечается положительное влияние ЛПС-сорбции на гемодинамику и функцию дыхания [4–7]. В то же время установлено, что у некоторых пациентов этот эффект носит временный характер, а проведение процедуры не оказывает значимого влияния на летальность [6–8, 11].

Таблица 4

#### Основные клинические и лабораторные характеристики пациентов после ЛПС-сорбции

Клинические и лабораторные характеристики	Живые (1-я группа), <i>n</i> = 17	Умершие (2-я группа), <i>n</i> = 15	<i>p</i>
Количество ЛПС-сорбций	2 (1,5; 3)	2 (1; 2)	0,373
На какие сутки	2 (1; 4,5)	4 (1; 7)	0,326
SOFA, баллы	3 (2; 6,5)	10,5 (8; 15)	0,000*
Норадреналин, абс. (%)	2 (11,76)	10 (66,66)	0,010*
Индекс оксигенации	398 (348; 443,5)	216 (131; 326)	0,007*
Частота сердечных сокращений	105 (86; 121)	114 (102; 129)	0,137
Частота дыхательных движений	18 (16; 20)	16 (16; 18)	0,390
Температура тела, °С	37,2 (36,9; 37,7)	37,4 (36,5; 38,3)	0,981
Эритроциты	3,3 (3,2; 3,6)	3,4 (3,1; 3,8)	0,755
Лейкоциты	14,1 (9,4; 17,2)	16,6 (8; 26,9)	0,647
Палочкоядерные нейтрофилы, %	11 (6,5; 16)	16,5 (8; 26)	0,723
ПКТ	0,86 (0,5; 1,3)	6 (1,9; 14)	0,003*
Пресепсин	1080 (496; 1790)	3402 (479; 5327)	0,153
ЕАА	0,7 (0,48; 0,87)	0,56 (0,38; 0,74)	0,479
СРП	115,6 (74; 171)	153 (122; 184)	0,248
Общий белок, г/л	48,5 (43,1; 56)	46 (42; 50)	0,532
Альбумин	25 (23,3; 29,5)	25,5 (22; 27)	0,647
Мочевина	10,1 (7,6; 15,6)	12,9 (8,1; 14,1)	0,546
Креатинин	127 (77; 188,5)	112,5 (82; 156)	0,546

**Факторы риска развития летальных исходов**

Параметры	Коэффициент корреляции Спирмена $r$	Достоверность $p$
Шкала APACHE 2, баллы	0,027	0,887
Шкала SOFA, баллы	0,143	0,449
Количество LPS-сорбций	-0,046	0,819
Длительность LPS-сорбции	0,111	0,641
Интервалы между LPS-сорбциями	0,035	0,883
ПКТ исходный	0,214	0,253
Пресепсин исходный	0,058	0,263
ЕАА исходный	0,259	0,499
Шкала SOFA после LPS-сорбции, баллы	0,744	0,000
Пулмональная недостаточность по шкале SOFA после LPS-сорбции, баллы	0,743	0,000
Кардиоваскулярная недостаточность по шкале SOFA после LPS-сорбции, баллы	0,648	0,000
Доза норадреналина после процедуры	0,559	0,002
ПКТ после сорбций	0,548	0,001
Индекс оксигенации после процедуры	-0,522	0,004
Неврологическая недостаточность по шкале SOFA после LPS-сорбции, баллы	0,478	0,007
Сроки проведения LPS-сорбции	0,432	0,024
Наличие бактериемии	0,430	0,025
Доза норадреналина до процедуры	0,418	0,027
Гематологическая недост после, баллы	0,405	0,029
Длительность ИВЛ	0,399	0,035
Септический шок	0,373	0,041
Кардиоваскулярная недостаточность по шкале SOFA, исходные баллы	0,360	0,046

*Примечание:* ЛПС – сорбции не имеет значимого влияния на продолжительность лечения в ОРИТ, летальные исходы. Эффект процедуры заключается в улучшении гемодинамических и респираторных показателей, снижении уровня ПКТ, ЕАА, которые могут носить лишь временный характер.

Результаты нашей работы показали достоверное снижение количества баллов по шкале SOFA у выживших пациентов в результате улучшения функции сердечно-сосудистой и дыхательной систем, значимое уменьшение содержания ПКТ. У погибших пациентов улучшение было незначительным и временным, а уровень ПКТ имел лишь тенденцию к снижению.

Ранее было установлено, что содержание ПКТ и активность эндотоксина имеют прямую корреляцию с тяжестью состояния пациента по шкале APACHE2. Высокий уровень этих

биомаркеров системного воспаления служит предиктором развития сепсиса, септического шока, органной дисфункции и высокой летальности [1, 5, 11]. Неблагоприятные исходы лечения сепсиса и септического шока при уровне ЕАА более 0,88 возникали в три раза чаще по сравнению с его низким содержанием [1]. Наши данные показывают, что исходный уровень ПКТ и активность эндотоксина не позволяют достоверно прогнозировать исход лечения, но в то же время содержание ПКТ после ЛПС-сорбции у выживших значимо сни-

зились, а у погибших лишь имело тенденцию к снижению. Оказалось, что только исходная доза вазопрессоров до проведения комплексного лечения септического шока с применением ЛПС-сорбции имела прямую зависимость средней величины с частотой летальных исходов. Чем выше была доза норадреналина, тем чаще лечение было неэффективным. Все остальные факторы риска развития летальных исходов были связаны с реакцией пациента на проведение ЛПС-сорбции, которая оценивалась через сутки. Недостовверное снижение дозы вазопрессоров, уровня ПКТ, улучшения индекса оксигенации, наличие бактериемии, септического шока, проведение процедуры с запозданием служили предикторами неэффективности лечения, несмотря на проведение ЛПС-сорбции. Отсутствие заметного снижения активности эндотоксина после его селективной сорбции, по нашим данным, вероятно, связано с небольшим количеством проведенных исследований.

### Выводы

У выживших пациентов с хирургическим сепсисом и септическим шоком применение ЛПС-сорбции в комплексном лечении достоверно улучшало функцию сердечно-сосудистой и дыхательной систем, снижало уровень ПКТ.

Факторами риска развития летальных исходов служила исходная тяжесть сердечно-сосудистой недостаточности, проведение селективной сорбции эндотоксина с запозданием, наличие бактериемии, септического шока и недостоверное снижение баллов по шкале SOFA, уровня ПКТ после проведения процедуры.

### Библиографический список

1. Ураков А.Л., Золотухин К.Н., Самородов А.В. Уровень эндотоксина крови у пациентов с сепсисом как ранний предиктор

летальности. Вестник анестезиологии и реаниматологии. 2018; 15 (3): 79–80.

2. Подкорытова О.Л., Вторенко В.И., Ветшьева М.С. Выбор оптимальных режимов экстракорпоральной детоксикации у пациентов с тяжелым острым панкреатитом. Медицинский алфавит 2014; 9: 12–16.

3. Патерностер Д., Наги А. Иммуномодуляция, иммуностимуляция и экстракорпоральная гемокоррекция при сепсисе: возможности применения данных технологий в кардиологии. Вестник анестезиологии и реаниматологии 2019; 16 (2): 96–100.

4. Кулабухов В.В., Чижов А.Г., Кудрявцев А.Н. Селективная липополисахаридная гемосорбция как ключевое звено патогенетически обоснованной терапии грамотрицательного сепсиса. Медицинский алфавит 2010; 3 (12): 60–66.

5. Ярустовский М.Б., Абрамян М.В., Кротенко Н.П., Попов Д.А., Плюш М.Г., Назарова Е.И., Гордеев С.Л. Опыт применения селективной абсорбции эндотоксина у пациентов с тяжелым сепсисом после открытых операций на сердце. Анестезиология и реаниматология 2014; 3: 39–46.

6. Ватазин А.В., Фомин А.М., Кошелев Р.В., Москалец О.В., Зулькарнаев А.Б. Эффективность селективной экстракорпоральной сорбции эндотоксина грамотрицательных бактерий при хирургическом сепсисе. Вестник трансплантологии и искусственных органов 2008; 3(41): 40–43.

7. Ватазин А.В., Ярустовский М.Б., Фомин А.М., Кошелев Р.В., Зулькарнаев А.Б. Первый опыт применения селективной гемоперфузии у больных с хирургическим сепсисом. Альманах клинической медицины 2008; 18: 22–29.

8. Lipesey M., Tenbunen J., Pischke S.E., Kuitunen A., Flaatten H., De Geer L., Sjolín J., Fritthiof R., Chew M.S., Bendel S., Kawati R., Larsson A., Mollnes T.E., Tonnessen T.I., Rubertsson S. Endotoxin removal in septic shock with the Alteko LPS Adsorber was safe

but showed no benefits compared to placebo in the double-blind randomized controlled trial – the asset study. *Shock* 2020; 54 (2): 224–231.

9. Sartelli M. et al. The management of intra-abdominal infections from a global perspective: 2017 WSES guidelines for management of intra-abdominal infections. *World Journal of Emergency Surgery* 2017; 12 (1): 1–34.

10. Tellor B., Skrupky L.P., Symons W. et al. Inadequate source control and inappropriate antibiotics are key determinants of mortality in patients with intra-abdominal sepsis and associated bacteremia. *Surg Infect* 2015; 16 (6): 785–793.

11. Adamik B., Zielinski S., Smiechowicz J., Kubler A. Endotoxin elimination in patients with septic shock: an observation study. *Arch Immunol Ther Exp (Warsz)* 2015; 63 (6): 475–483.

#### REFERENCES

1. Urakov A.L., Zolotubin K.N., Samorodov A.V. Blood endotoxin level in patients with sepsis as an early predictor of mortality. *Vestnik anesteziologii i reanimatologii* 2018; 15 (3): 79–80 (in Russian).

2. Podkorytova O.L., Vtorenko V.I., Vetsheva M.S. Selection of optimal modes of extracorporeal detoxification in patients with severe acute pancreatitis. *Medicinskij alfavit* 2014; 9: 12–16 (in Russian).

3. Paternoster D., Nagi A. Immunomodulation, immunostimulation and extracorporeal hemocorrection in sepsis: the possibilities of using these technologies in cardiology. *Vestnik anesteziologii i reanimatologii* 2019; 16 (2): 96–100 (in Russian).

4. Kulabubov V.V., Chizhov A.G., Kudrjavcev A.N. Selective lipopolysaccharide hemosorption as a key link in pathogenetically justified therapy of gram-negative sepsis. *Medicinskij alfavit* 2010; 3 (12): 60–66 (in Russian).

5. Jarustovskij M.B., Abramjan M.V., Krotenko N.P., Popov D.A., Pljush M.G., Nazarova

E.I., Gordeev S.L. Experience of use of endotoxin selective adsorption in patients with heavy sepsis after open-heart surgery. *Anesteziologija i reanimatologija* 2014; 3: 39–46 (in Russian).

6. Vatazin A.V., Fomin A.M., Kosbelev R.V., Moskalec O.V., Zul'karnaevev A.B. Endotoxin selective adsorption efficiency in a case of surgical sepsis. *Vestnik transplantologii i iskusstvennyh organov* 2008; 3 (41): 40–43 (in Russian).

7. Vatazin A.V., Jarustovskij M.B., Fomin A.M., Kosbelev R.V., Zul'karnaevev A.B. The first experience of applying selective hemoperfusion in patients with surgical sepsis. *Al'manah klinicheskoy mediciny* 2008; 18: 22–29 (in Russian).

8. Lipsey M., Tenbunen J., Pischke S.E., Kuitunen A., Flaatten H., De Geer L., Sjolín J., Frithiof R., Chew M.S., Bendel S., Kawati R., Larsson A., Mollnes T.E., Tonnessen T.I., Rubertsson S. Endotoxin removal in septic shock with the Alteko LPS Adsorber was safe but showed no benefits compared to placebo in the double-blind randomized controlled trial – the asset study. *Shock*. 2020; 54 (2): 224–231.

9. Sartelli M. et al. The management of intra-abdominal infections from a global perspective: 2017 WSES guidelines for management of intra-abdominal infections. *World Journal of Emergency Surgery* 2017; 12 (1): 1–34.

10. Adamik B., Zielinski S., Smiechowicz J., Kubler A. Endotoxin elimination in patients with septic shock: an observation study. *Arch Immunol Ther Exp (Warsz)* 2015; 63 (6): 475–483.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

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

Поступила: 17.08.2021

Принята: 12.09.2021

Опубликована: 24.12.2021