



Селективная гемосорбция липополисахарида у хирургических пациентов с грамотрицательным септическим шоком

М. И. ГРОМОВ*, С. А. ШЛЯПНИКОВ, Л. П. ПИВОВАРОВА, В. С. АФОНЧИКОВ, Г. А. ПИЧУГИНА, О. Б. АРИСКИНА,
И. В. ОСИПОВА, А. В. ФЕДОРОВ

Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи имени И. И. Джанелидзе,
Санкт-Петербург, Российская Федерация

Поступила в редакцию 01.06.2026 г.; дата рецензирования 02.07.2026

РЕЗЮМЕ

Цель. Оценка клинической эффективности и неспецифической адсорбционной активности колонок для селективной гемосорбции липополисахарида, не содержащих иммобилизованный полимиксин, при лечении хирургических больных с грам(–) септическим шоком (СШ).

Материалы и методы. Обследованы 43 хирургических пациента с грам(–) СШ после санирующей операции. Критерии включения: возраст 18–90 лет, прокальцитонин (ПКТ) ≥ 10 нг/мл, симпатомиметическая поддержка > 2 часов, нормальный уровень центрального венозного давления, отсутствие гемо(диа)фильтрации. В 1-й группе (30 пациентов) дополнительно выполняли 1–2 сеанса селективной гемосорбции (ГС) липополисахарида (ЛПС) с помощью колонок, не содержащих полимиксин. Во 2-й группе (13 пациентов) осуществляли традиционное лечение СШ. ГС проводили 120 мин со скоростью 100 мл/мин. Гипоагуляция – нефракционированным гепарином или гидроцитратом натрия. Лабораторный мониторинг: общий анализ крови, CD14⁺ моноциты, HLA-DR⁺ мононуклеары, Def⁺ гранулоциты, концентрация интерлейкинов, ПКТ, общего и С-реактивного белка, секреторного IgA, фибриногена, лактата.

Результаты. Пациенты, прожившие до 2 суток после операции, исключались. Итоговая 1-я группа с гемоперфузией – 25 пациентов, 2-я группа, без гемоперфузии – 11 пациентов. Колонки ГС неспецифически адсорбировали 2,6% эритроцитов, 5,0–14,7% лейкоцитов, 25,7% тромбоцитов и 3,8–10,1% различных белков. Уровень цитокинов не изменялся. На следующие сутки в 1-й группе снижались: ИЛ-6 с 538 [395; 784] до 290 [200; 726] пг/мл ($p = 0,003$), ИЛ-8 с 48 [4; 373] до 4 [3; 19] ($p = 0,087$), ПКТ с 26,3 [11,1; 53,6] до 14,2 [8,6; 24,5] нг/мл ($p = 0,003$), тромбоциты с 136 [69; 178] до 89 [50; 142] $\times 10^9$ /л ($p < 0,001$). К 7–8-м суткам в 1-й группе по сравнению со 2-й группой уменьшались SOFA, APACHE II, доза симпатомиметиков. 28-дневная летальность: 1-я группа – 32%, 2-я группа – 72,7% ($p = 0,034$). Госпитальная летальность в 1-й группе 56%, во 2-й группе – 81,8% ($p = 0,259$).

Заключение. Применение селективной ГС ЛПС уменьшает тяжесть полиорганных расстройств, системного воспаления и летальность. Колонки адсорбируют лейкоциты, в том числе активированные. Адсорбция тромбоцитов снижает их содержание в крови на 25–35%.

Ключевые слова: септический шок, гемоперфузия, эндотоксин, липополисахарид

Для цитирования: Громов М. И., Шляпников С. А., Пивоварова Л. П., Афончиков В. С., Пичугина Г. А., Арискина О. Б., Осипова И. В., Федоров А. В. Селективная гемосорбция липополисахарида у хирургических пациентов с грамотрицательным септическим шоком // Вестник анестезиологии и реаниматологии. – 2026. – Т. 23, № 4. – С. 6–13. <https://doi.org/10.24884/2078-5658-2026-23-4-6-13>.

Selective lipopolysaccharides hemosorption in surgical patients with gram-negative septic shock

MIKHAIL I. GROMOV*, SERGEI A. SHLYAPNIKOV, LUDMILA P. PIVOVAROVA, VYACHESLAV S. AFONCHIKOV, GALINA A. PICHUGINA, OLGA B. ARISKINA, IRINA V. OSIPOVA, ALEXEY V. FEDOROV

Saint Petersburg I. I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency Medicine, Saint Petersburg, Russia

Received 01.06.2026; review date 02.07.2026

ABSTRACT

The objective was to evaluate the clinical efficacy and non-specific adsorption activity of cartridges for selective lipopolysaccharide hemosorption that do not contain immobilized polymyxin in the treatment of surgical patients with gram-negative septic shock (SS).

Materials and methods. Forty-three surgical patients with gram-negative SS after debridement surgery were examined. Inclusion criteria: 18–90 years old, procalcitonin (PCT) ≥ 10 ng/ml, sympathomimetic support > 2 hours, normal central venous pressure, no hemo(dia)filtration. In group 1 (30 patients), 1–2 sessions of selective lipopolysaccharide hemosorption (HS) were additionally performed using cartridges that do not contain polymyxin. In group 2 (13 patients), traditional treatment for SS was carried out. HS was carried out for 120 minutes at a rate of 100 ml/min. Hypoagulation was performed with unfractionated heparin or sodium hydrocitrate. Laboratory monitoring: complete blood count, CD14⁺ monocytes, HLA-DR⁺ mononuclear cells, Def⁺ granulocytes, interleukins concentration, PCT, total and C-reactive protein, secretory IgA, fibrinogen, lactate.

Results. Patients who survived up to 2 days after surgery were excluded. The final group I with hemoperfusion – 25 patients, group II without hemoperfusion – 11 patients. HS cartridges non-specifically adsorbed 2.6% of erythrocytes, 5.0–14.7% of leukocytes, 25.7% of platelets and 3.8–10.1% of various proteins. The level of cytokines did not change. On the next day, the following levels decreased in group 1: IL-6 from 538 [395; 784] to 290 [200; 726] pg/ml ($p = 0.003$), IL-8 from 48 [4; 373] to 4 [3; 19] ($p = 0.087$), PCT from 26.3 [11.1; 53.6] to 14.2 [8.6; 24.5] ng/ml ($p = 0.003$), platelets from 136 [69; 178] to 89 [50; 142] $\times 10^9$ /l ($p < 0.001$). By days 7–8, in group I, compared to group II, SOFA, APACHE II, and the dose of sympathomimetics decreased. 28-day mortality rate: group I – 32%, group II – 72.7% ($p = 0.034$). Hospital mortality rate: group I – 56%, group II – 81.8% ($p = 0.259$).

Conclusions. The use of selective lipopolysaccharides hemosorption reduces the severity of multiorgan dysfunctions, systemic inflammation, and mortality. The cartridges adsorb leukocytes, including activated ones. Platelet adsorption reduces their blood count by 25–35%.

Keywords: septic shock, hemoperfusion, endotoxin, lipopolysaccharide

For citation: Gromov M. I., Shlyapnikov S. A., Pivovarov L. P., Afonchikov V. S., Pichugina G. A., Ariskina O. B., Osipova I. V., Fedorov A. V. Selective lipopolysaccharides hemosorption in surgical patients with gram-negative septic shock. *Messenger of Anesthesiology and Resuscitation*, 2026, Vol. 23, № 4, P. 6–13. (In Russ.). <https://doi.org/10.24884/2078-5658-2026-23-4-6-13>.

* Для корреспонденции:
Михаил Иванович Громов
E-mail: gromov@emergency.spb.ru

* Correspondence:
Mikhail I. Gromov
E-mail: gromov@emergency.spb.ru

Введение

Сепсис является самым распространенным и тяжелым инфекционным осложнением различных заболеваний. По данным Всемирной организации здравоохранения, в мире ежегодно от сепсиса умирает около 11 млн людей [11]. При развитии септического шока (СШ) уровень летальности достигает 40–50% и более [3, 15], что определяет необходимость поиска новых методов лечения сепсиса. Одним из перспективных направлений лечения септического шока является очищение крови от эндотоксина грам-отрицательных бактерий (липополисахаридных фрагментов стенки грамотрицательных микроорганизмов) методом селективной гемосорбции. При попадании в кровоток большого количества липополисахарида (ЛПС) и усиления образования в крови комплексов ЛПС+ЛПС-связывающий белок запускается каскад системного воспаления, обуславливающий развитие множественной органной дисфункции [6]. На протяжении последних двух десятилетий для удаления ЛПС из крови наибольшее распространение получили гемоперфузионные колонки японского производства, содержащие иммобилизованный полимиксин в качестве селективного адсорбента [9, 16]. Сейчас стали доступны аналогичные устройства с другими адсорбентами, извлекающими ЛПС из крови, в том числе отечественного производства. Однако опыт их использования не столь широк.

Цель исследования состояла в оценке клинической эффективности и неспецифической адсорбционной активности колонок для селективной гемосорбции ЛПС, не содержащих иммобилизованный полимиксин, при лечении хирургических больных с грамотрицательным септическим шоком.

Материалы и методы

В проспективное когортное клиническое исследование вошли 43 пациента с грамотрицательным СШ. Отбор производили среди пациентов с хирургическими заболеваниями, поступивших в отделение реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ) Городского Центра по лечению тяжелого сепсиса ГБУ СПб НИИ скорой помощи им. И.И. Джанелидзе, которым осуществляли адреномиметическую поддержку гемодинамики на фоне гипотензии, развившейся до или во время выполнения операции по удалению/санации очага инфекции. Всем больным проводили инфузионную терапию с индивидуальным подбором скорости инфузии сбалансированных полиионных кристаллоидных растворов под контролем центрального венозного давления, направленную на коррекцию гиповолемии.

Критерии включения: возраст 18–90 лет; необходимость продолжения адреномиметической поддержки гемодинамики более 2 часов на фоне нормализации центрального венозного давления; концентрация прокальцитонина (ПКТ) в крови выше 10 нг/мл.

Критерии не включения: возраст менее 18 или более 90 лет, острые и хронические коронарные расстройства, системные заболевания с применением кортикостероидов или цитостатиков, болезни печени и почек, токсикомании, а также применение гемо(диа)фильтрации, во время которой удаляются катехоламины собственные и вводимые извне.

Критерии исключения: летальный исход в течение 2 суток после выполнения операции по удалению первичного очага инфекции.

Всем больным осуществляли лечение сепсиса и СШ согласно клиническим рекомендациям [2, 4, 12]. При микробиологической идентификации возбудителей в 48% случаев была выявлена грам-отрицательная микрофлора (*Echerichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa* и др.) и в 52% случаев – ассоциации грам-отрицательной и грамположительной микрофлоры.

30 пациентам после констатации СШ в дополнение к проводимому лечению проводили 1 или 2 (с интервалом 24 часа) сеанса селективной гемосорбции ЛПС, каждый по 120 мин. Время от момента окончания санирующей операции до начала гемоперфузии не превышало 36 часов (в среднем 14 [8; 20] часов). Экстракорпоральную перфузию крови осуществляли через 2- или 1-просветные кровопроводящие катетеры со скоростью 100 мл/мин: при двухигольной схеме циркуляции аппаратом АК-10 «Gambrø», Швеция, а при одноигольной – аппаратами «Гемма» или «Гемос ГС», Россия. 20 пациентам было проведено по 2 процедуры, 10 – по 1. Одной процедурой ограничивались при необходимости дополнительной санации первичного очага (2 случая), улучшения состояния и прекращения шока (5 случаев), смерти пациента (3 случая).

Гемоперфузию выполняли с помощью не содержащих полимиксин колонок для селективной сорбции ЛПС: Alteco LPS adsorber, «Alteco Ltd», Швеция (32); Efferon LPS, АО «Эфферон», Россия (16) и Токсипак, НПФ «Покард», Россия (2). Производители колонок не приводят сведений о лигандах, селективно связывающих ЛПС, но предоставляют данные, что все колонки адсорбируют ЛПС в количествах, многократно превосходящих клинически возможные уровни ЛПС в крови. Во время гемоперфузии снижение коагуляционной активности крови поддерживали однократным болюсным введением нефракционированного гепарина (60 МЕ/кг внутривенно) перед началом сеанса сорбции и последующим непрерывным введением в контур

Таблица 1. Характеристика пациентов с септическим шоком
Table 1. Characteristics of patients with septic shock

Показатель	Группа пациентов		
	с гемосорбцией (n = 25)	без гемосорбции сравнения (n = 11)	значимость различий
Возраст лет, Ме [Q1; Q3]	62 [50; 69]	49 [40; 60]	нз
Мужчины/ Женщины, кол-во (%)	13/12 [52%/48%]	4/7 [36%/64%]	нз
SOFA баллы, Ме [Q1; Q3]	9 [5,5; 11,5]	9 [7; 10]	нз
APACHE II баллы, Ме [Q1; Q3]	13 [12; 14]	12 [10; 13]	нз
Основное заболевание, n (%):			
язва желудка или тонкой кишки	4 (16%)	1 (8%)	нз
острый деструктивный панкреатит	2 (8%)	1 (8%)	нз
флегмона туловища или бедра	3(12%)	1(8%)	нз
рак толстого кишечника	4 (16)	2 (17%)	нз
дивертикулез толстого кишечника	3(12%)	1 (8%)	нз
острый аппендицит	1 (4%)	1 (8%)	нз
грыжа передней стенки живота	2 (8%)	1 (8%)	нз
метрозендометрит	2 (8%)	2 (17%)	нз
разрыв мочевого пузыря	2 (8%)	1 (8%)	нз
гнойный паранефрит с флегмоной малого таза	1 (4%)	0	нз
рак поджелудочной железы	1 (4%)	0	нз

Примечание: нз – незначимые различия.

циркуляции крови гепарина в дозе 1000 МЕ/час или 4% раствора гидроцитрата натрия в пропорции с кровью 1:12. Нейтрализацию гидроцитрата натрия производили 10% раствором хлорида кальция (10 мл после 250 мл введенного гидроцитрата натрия). 13 пациентам с СШ осуществляли только традиционное лечение.

Тяжесть состояния пациентов оценивали по шкалам SOFA и APACHE II [7, 14]. Исследование образцов крови проводили в первые сутки после выполнения оперативного вмешательства и далее на 2-е, 4-е и 7–8-е сутки послеоперационного периода. Лабораторный мониторинг включал определение содержания в сыворотке крови общего белка и С-реактивного белка (СРБ) (Cobas c501), интерлейкина-6 (ИЛ-6) (eCL8000 Lifetronic), интерлейкина-8 (ИЛ-8), интерлейкина-10 (ИЛ-10), секреторного иммуноглобулина А (sIgA) (ИФА-Вектор-Бест, Россия, XL800) ПКТ (Architect Plus, Abbott), фибриногена (анализатор гемостаза StaCompact), подсчет форменных элементов крови (гематологический анализатор Sysmex XN1000), а также количества CD14⁺ моноцитов (CD14⁺Мо, моноклональные антитела (МКА) CD14 (Beckton Dikenson), HLA-DR⁺ мононуклеаров (МКА Diagnostic Biosystems), Def⁺ гранулоцитов (МКА NCL-defensin (HNP-1,3) Leica) иммуноцитохимическим методом (система визуализации Novocastra). Концентрацию лактата определяли в артериальной крови (Cobas b221). Нормальные значения исследованных показателей определены в группе из 33 практически здоровых взрослых людей, средний возраст 41 [31;54] лет.

В процессе проведения гемоперфузии изучали дополнительно неспецифическую адсорбционную

активность колонок посредством сравнения образцов крови, входящей в колонку и выходящей из нее в начале и в конце гемоперфузии. Рассчитывали % адсорбции в виде среднего значения между началом ((начало вход – начало выход)/начало вход×100%) и концом перфузии ((конец вход – конец выход)/конец вход×100%).

Статистическую обработку результатов проводили с помощью программы StatSoft Statistica 10.0. Полученные данные представляли в виде среднего значения и средней ошибки (M±m) при нормальном распределении вариантов или медианы и интерквартильного размаха Ме [Q₁; Q₃] при распределении вариантов, отличном от нормального. Статистически значимыми считали различия p < 0,05, рассчитанные при сравнении групп методом Манна – Уитни, а при динамике показателей внутри группы – методом Вилкоксона. Различия p < 0,10 интерпретировали как тенденцию к возможному появлению статистически значимых различий при увеличении числа наблюдений.

Результаты

В процессе набора материала были исключены из исследования 7 пациентов, проживших менее двух суток после выполнения санирующей операции (5 из 30 с гемоперфузией (17%) и 2 из 13 без гемоперфузии (15%). Оставшиеся 36 пациентов составили аналитическую когорту и были распределены на основную группу с гемоперфузией (25 пациентов) и группу сравнения без гемоперфузии (11 пациентов).

Общая характеристика пациентов с СШ, леченных с применением гемоперфузии и без гемоперфузии, представлена в табл. 1.

Таблица 2. Адсорбция колонками форменных элементов крови
Table 2. Adsorption of formed blood elements by cartridges

Показатель	Эритроциты	Лейкоциты	Гранулоциты	Def* гранулоциты	Лимфоциты	HLA-DR* лимфоциты	Моноциты	CD14* моноциты	Тромбоциты
% адсорбции	2,6%	8,6%	12,5%	12,1%	14,7%	7,3%	5,0%	6,3%	25,7%

Таблица 3. Адсорбция колонками гуморальных факторов воспаления
Table 3. Adsorption of humoral inflammatory factors by cartridges

Показатель	ИЛ-6	ИЛ-10	ИЛ-8	ПКТ	slgA	Общий белок	Фибриноген	СРБ
% адсорбции	-6,3%	12,4%	-78,9%	8,1%	7%	7,5%	3,8%	10,1%

Примечание: отрицательные процентные значения наблюдали, когда концентрация «из колонки» была выше, чем «в колонку».

Таблица 4. Влияние селективной гемосорбции ЛПС на концентрацию в крови форменных элементов, белков и цитокинов
Table 4. The effect of selective lipopolysaccharides hemosorption on the concentration of formed elements, proteins and cytokines in the blood

Показатель (норма)	Начало гемосорбции	Окончание гемосорбции	Следующие сутки	P _{1,2}	P _{1,3}
Эритроциты ×10 ¹² /л (4,8 [4,6; 5,2])	3,1 [2,7; 3,5]	3,0 [2,6; 3,5]	3,1 [2,9; 3,2]	нз	нз
Лейкоциты ×10 ⁹ /л (5,6 [4,8; 7,3])	10,5 [5,0; 16,5]	12,4 [7,1; 17,2]	12,5 [6,9; 18,8]	0,027	нз
Гранулоциты ×10 ⁹ /л (2,8 [2,5; 4,4])	10,2 [4,2; 14,7]	10,8 [6,2; 15,2]	11,0 [6,2; 18,1]	нз	нз
Def+гранулоциты ×10 ⁹ /л (1,2 [0,78; 1,6])	4,4 [2,1; 7,1]	5,0 [1,6; 7,8]	4,1 [2,8; 6,2]	0,060	нз
Лимфоциты ×10 ⁹ /л (1,9 [1,7; 2,3])	0,6 [0,4; 0,8]	0,7 [0,4; 1,2]	0,7 [0,4; 1,1]	нз	нз
HLA-DR+ мононуклеары ×10 ⁹ /л (0,7 [0,5; 0,91])	0,5 [0,4; 0,9]	0,4 [0,3; 0,9]	0,6 [0,4; 0,8]	нз	нз
Моноциты ×10 ⁹ /л (0,48 [0,41; 0,56])	0,30 [0,16; 0,56]	0,2 [0,1; 0,5]	0,3 [0,2; 0,7]	нз	нз
CD14+моноциты ×10 ⁹ /л (0,13 [0,06; 0,19])	0,11 [0,04; 0,25]	0,12 [0,06; 0,23]	0,1 [0,1; 0,2]	нз	нз
Тромбоциты ×10 ⁹ /л (272 [240; 292])	136 [69; 178]	112 [58; 177]	89 [50; 142]	0,010	< 0,001
ИЛ-6, пг/мл (3,2 [2,3; 4,4])	538 [395; 784]	515 [253; 1091]	290 [200; 726]	нз	0,003
ИЛ-10, пг/мл (2,8 [1,1; 4,0])	31 [11; 49]	42 [9; 146]	33 [19; 61]	нз	нз
ИЛ-8, пг/мл (13,4 [9,5; 23,2])	48 [4; 373]	89 [4; 344]	4 [3; 19]	0,097	0,087
ПКТ, нг/мл (0,02 [0,01; 0,02])	26,3 [11,1; 53,6]	24,1 [11,5; 47,7]	14,2 [8,6; 24,5]	нз	0,012
slgA, мг/л (4,8 [4,3; 7,3])	4,0 [3,0; 7,32]	4,1 [1,9; 5,8]	5,5 [2,9; 11,9]	нз	нз
Общий белок, г/л (73 [71; 75])	43,5 [39,4; 46,8]	41,0 [37,9; 45,7]	42,1 [36,8; 46,5]	нз	нз
Фибриноген, г/л (3,3 [2,4; 3,8])	5,47 [3,46; 6,97]	5,44 [4,27; 6,63]	5,29 [4,90; 7,12]	нз	нз
С-реактивный белок, мг/л (0,9 [0,6; 2,1])	274 [194; 368]	276 [220; 378]	264 [162; 374]	нз	нз

Примечание: нз – незначимые различия по критерию Вилкоксона.

Согласно данным табл. 1, пациенты в группах имели сходную структуру основных заболеваний. Они не различались по полу, возрасту и тяжести состояния в 1-е сутки после санирующей операции при оценке по SOFA и APACHE II.

Во время перфузии оценивали неспецифическую адсорбционную активность гемосорбционных колонок по отношению к различным компонентам крови. Результаты адсорбционного воздействия представлены в табл. 2, 3.

Согласно данным табл. 2, адсорбция клеток крови во время гемоперфузии минимальна по отношению к эритроцитам (2,6%). Промежуточное положение занимают лейкоциты (8,6%). Доля их адсорбции колеблется от 5% для моноцитов до 14,7% для лимфоцитов. Наиболее подвержены удалению из крови тромбоциты, количество которых при прохождении крови через колонку уменьшается в среднем на четверть (25,7%). Если частичное удаление из крови лейкоцитов, в том числе активированных, можно

рассматривать в качестве положительного действия, направленного на торможение каскада воспалительных реакций, то уменьшение количества тромбоцитов в ходе перфузии не является желательным.

Среди представленных в табл. 3 изменений концентрации гуморальных факторов воспаления в наибольшей степени снижались уровни ИЛ-10 и С-реактивного белка. Остальные исследованные факторы извлекались из плазмы в меньших количествах. Степень адсорбции цитокинов варьировала от невысоких значений до отрицательных величин, когда показатели на выходе из колонки оказывались большими, чем на входе. Это связано, вероятно, с активацией лейкоцитов при контакте с поверхностью сорбента и кровопроводящих магистралей и последующей секрецией цитокинов в плазму крови.

Влияние процедуры селективной гемосорбции ЛПС на состав крови пациентов оценивали путем сравнения показателей в начале и конце гемоперфузии, а также на следующие сутки (табл. 4).

Таблица 5. Динамика состояния пациентов после выполнения операции по удалению первичного очага инфекции в группах с гемоперфузией и без гемоперфузии**Table 5.** Dynamics of the patients' condition after surgery to remove the primary source of infection in groups with and without hemoperfusion

Показатель	Сроки наблюдения после санлирующей операции (сутки)							
	С гемоперфузией				Без гемоперфузии			
	1-е	2-е	4-е	7-8-е	1-е	2-е	4-е	7-8-е
SOFA баллы	9 [5,5; 11,5]	7 [5; 11]	6 [4,5; 12,5]	3 [1; 8]**	9 [7; 10]	7 [6; 8,5]	6,5 [5,8; 7,3]	6,5 [5,8; 7,3]*
APACHE II баллы	13 [12; 14]	11 [7; 14]	11 [9; 14]	8 [4; 14]**	12 [10; 13]	10 [8; 10]	9 [8; 14]	13 [9; 16]*
Инфузия норадреналина, мкг · кг ⁻¹ · мин ⁻¹	0,27 [0,04; 0,50]	0,10 [0; 0,45]#	0 [0; 0,2]#	0 [0; 0]**	0,30 [0,2; 0,3]	0,08 [0,04; 0,17]	0,05 [0,01; 0,16]	0,04 [0; 0,16]**
ИЛ-6, пг/мл	589 [495; 1123]	315 [210; 857]	278 [102; 601]	89 [28; 543]**	358 [313; 792]	191 [144; 409]	232 [121; 320]	477 [302; 659]**
Лактат ммоль/л	4,1 [3,0; 4,9]	3,0 [2,5; 6,3]	2,2 [1,7; 3,1]	1,7 [1,6; 1,9]#	3,6 [1,8; 8,5]	2,4 [2,2; 2,6]	1,7 [1,3; 2,0]	2,0 [1,8; 2,1]
Общий белок г/л	39,6 [33,2; 43,3]	40,6 [39,4; 46,8]	40,5 [39,0; 45,7]	42,9 [40,3; 54,3]	41,0 [34,4; 42,5]	38,2 [33,8; 44,0]	40,0 [37,5; 41,1]	38,7 [38,5; 42,3]
ПКТ, нг/мл	22,5 [12,9; 52,7]	14,2 [9,4; 25,0]	8,9 [5,3; 14,5]	2,4 [1,5; 5,2]#	13,9 [10,9; 60,6]	17,3 [6,0; 76,2]	4,4 [2,3; 34,7]	2,8 [0,4; 4,8]#

Примечание: # – различия статистически значимы ($p < 0,05$) по сравнению с 1-ми сутками по критерию Вилкоксона; * – различия статистически значимы ($p < 0,05$) между группами по критерию Манна–Уитни на равном сроке послеоперационного периода.

Таблица 6. Летальность в группах с гемоперфузией и без гемоперфузии**Table 6.** Mortality in groups with and without hemoperfusion

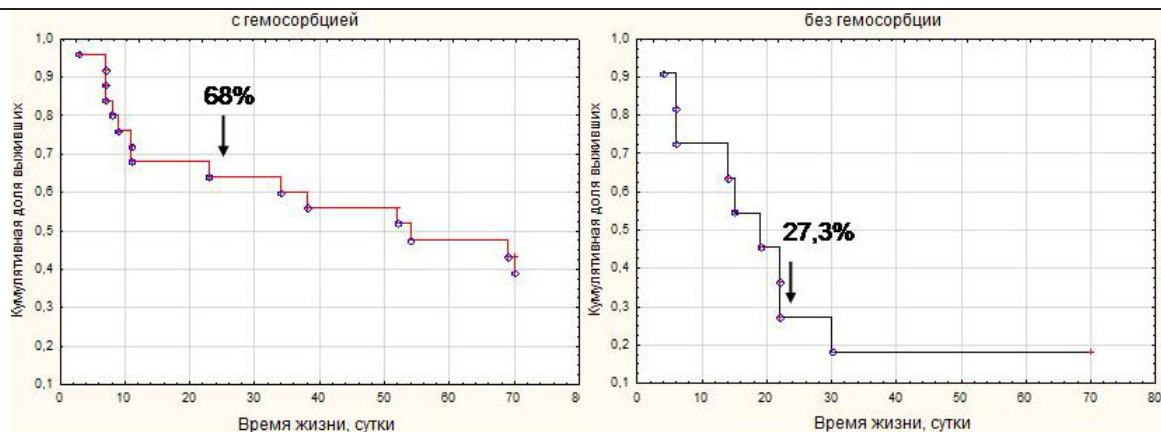
Группы больных с септическим шоком	28-суточная летальность		Госпитальная летальность	
	% умерших	Точный критерий Фишера	% умерших	Точный критерий Фишера
С гемоперфузией	32%	0,034	56%	0,259
Без гемоперфузии	72,7%		81,8%	

Согласно данным табл. 4, к моменту окончания гемоперфузии в крови больных возрастало количество циркулирующих лейкоцитов в основном за счет увеличения числа зрелых гранулоцитов, несмотря на их постоянную адсорбцию колонками во время перфузии (табл. 2). Количество лимфоцитов, моноцитов и эритроцитов в крови больных за время гемоперфузии практически не изменялось. Наибольшие изменения были зафиксированы в отношении тромбоцитов. Их количество снижалось на 18% к моменту окончания гемоперфузии и на 35% – на следующие сутки по сравнению с исходным уровнем. За время гемоперфузии в крови не отмечено уменьшения концентрации провоспалительных цитокинов: уровень ИЛ-6 практически не изменялся, а уровень ИЛ-8 имел тенденцию возрастания к окончанию гемоперфузии. На следующие сутки установлено статистически значимое снижение в крови уровня ИЛ-6 (в 1,9 раз) и выявлена тенденция к снижению уровня ИЛ-8. Концентрация ПКТ, как и концентрация ИЛ-6, уменьшалась почти в 2 раза на следующие сутки по сравнению с уровнем перед началом процедуры сорбции. Остальные показатели существенно не изменялись.

По ходу выполнения гемоперфузий зафиксировано два осложнения при использовании гепарина в качестве антикоагулянта: кровоточивость из места фиксации подключичного катетера (колонка Altec) и тромбоз магистральной оттока крови (колонка Токсипак).

Эффективность применения селективной гемосорбции ЛПС оценивали, сравнивая показатели тяжести состояния пациентов и лабораторных данных в группах с гемоперфузией и без гемоперфузии. Результаты представлены в табл. 5.

Согласно данным табл. 5, у пациентов обеих групп на 2-е сутки послеоперационного периода по сравнению с 1-ми сутками отмечалось сопоставимое снижение суммарной оценки тяжести состояния на 2 балла по SOFA и APACHE II, а также 2,5–3-кратное уменьшение потребности в адреномиметической поддержке. К этому сроку в обеих группах сходным образом снижались уровни ИЛ-6 и лактата крови. Статистически значимые различия тяжести состояния больных между группами были отмечены к 7–8-м суткам послеоперационного периода: в группе больных с гемоперфузией показатели SOFA и APACHE II оказались в среднем в 2 раза ниже и была отмечена более низкая средняя поддерживающая доза норадреналина по сравнению с группой без гемоперфузии. Концентрация ИЛ-6 в крови больных обеих групп плавно снижалась в течение 4 суток. Различия в уровне ИЛ-6 были отмечены на 7–8-е сутки: у больных с гемоперфузией концентрация достигла минимального значения за период наблюдения, а у больных группы сравнения концентрация возросла и превысила уровень, зарегистрированный в 1-е сутки наблюдения. Динамика снижения уровня ПКТ крови была одинаковой в обеих группах. Концентрация общего белка крови



Кривая выживаемости Каплана – Мейера
Kaplan – Meier survival curve

больных обеих групп существенно не изменялась на всех сроках наблюдения.

Данные об уровнях летальности в группах, представленные в табл. 6 и на рисунке, свидетельствуют о статистически значимом снижении летальности при 28-дневном сроке наблюдения ($p = 0,034$) в группе с гемоперфузией (32%) по сравнению с группой без гемоперфузии (72,7%). Различия в итоговой госпитальной летальности оказались менее выраженными, главным образом вследствие прогрессирования основного заболевания с неблагоприятным для жизни прогнозом (злокачественные новообразования, острый деструктивный панкреатит).

Обсуждение

В научной литературе имеется большое число публикаций, посвященных использованию японских колонок для селективной гемосорбции ЛПС, содержащих в качестве адсорбента полимиксин. Данные метаанализа свидетельствуют, что дополнительное применение этих колонок при лечении СШ способствует снижению летальности в среднем на 20% [16]. В ходе изучения влияния исходной тяжести состояния пациентов на эффективность использования полимиксинового ЛПС-адсорбера «PMX-F Toray Inc.» было показано, что статистически значимое повышение выживаемости пациентов достигается при тяжести SOFA 10-12 баллов (в большей степени) и 8–10 баллов (в меньшей степени) [5]. Волокна адсорбента «PMX-F Toray Inc.» задерживают на своей поверхности значительное количество лейкоцитов [8, 10, 13]. Н. Tsujimoto et al. (2004) [13] показали, что эти колонки адсорбируют около 30% всех моноцитов, причем избирательно удаляются активированные $CD14^+CD16^+TLR^{high}$ моноциты. М. Nichiboria et al. (2009) [10] при отмывании этих колонок после ЛПС-адсорбции установили, что в перфузате среди всех отмываемых лейкоцитов 80% составляют моноциты. Влияние процедуры гемоперфузии с помощью «PMX-F Toray Inc.» на уровень цитокинемии заключалось в увеличении концентрации воспалительных цитокинов ИЛ-6 и ИЛ-8 сразу после сеанса гемоперфузии [8].

В проведенном исследовании применялись колонки, не содержащие полимиксин. При отборе пациентов мы не использовали тест оценки активности эндотоксина, поскольку в настоящее время нет единого подхода к оценке этого косвенного способа определения уровня эндотоксемии [1]. Результаты показали, что все виды колонок в процессе гемоперфузии задерживали тромбоциты и лейкоциты. Из числа лейкоцитов извлекались преимущественно лимфоциты (14,7%), в том числе активированные HLA-DR⁺ (7,3%), и гранулоциты (12,5%), содержащие антимикробные пептиды дефенсины (Def⁺гранулоциты, 12,1%). В меньшей степени отмечалась адсорбция моноцитов, в том числе CD14⁺ (табл. 2).

В крови больных сразу после окончания перфузии уровень воспалительных цитокинов имел тенденцию к возрастанию. Уменьшение концентрации ИЛ-6 и ИЛ-8 наблюдали лишь на следующие сутки после гемоперфузии (табл. 4). Факт уменьшения количества тромбоцитов в крови во время и после гемоперфузии, а также на следующие сутки (до 35%) следует учитывать при лечении больных с СШ.

Сравнение тяжести состояния больных в группах с гемоперфузией и без гемоперфузии между 1-ми и 2-ми послеоперационными сутками не выявило преимуществ ни у одной из групп – тенденция улучшения состояния была одинаковой. К 4-м суткам послеоперационного периода тяжесть состояния больных в обеих группах сохранялась практически неизменной. На 7–8-е сутки в группе с гемоперфузией отмечено существенное и статистически значимое уменьшение тяжести состояния по SOFA и APACHE II по сравнению с группой без гемоперфузии. Снижение уровня системного воспаления у больных с гемоперфузией отражала уменьшающаяся концентрация ИЛ-6 – одного из общепризнанных биомаркеров локального и системного воспаления (табл. 5).

Оценка 28-дневной летальности выявила статистически достоверную более низкую летальность в группе с гемоперфузией (32%) по сравнению с группой без гемоперфузии (72,7%), что свидетельствует о том, что дополнительное применение селективной гемосорбции ЛПС способно улучшить результаты лечения пациентов с грамотрицательным СШ.

Выводы

1. Использование в комплексном лечении пациентов с грамотрицательным септическим шоком селективной гемосорбции ЛПС на колонках, не содержащих полимиксин, приводит к уменьшению степени выраженности полиорганных расстройств, снижению уровня системного воспаления и летальности.

2. В процессе гемоперфузии не содержащие полимиксин колонки адсорбируют лейкоциты, в том числе активированные, что может способствовать ограничению системного воспаления.

3. Адсорбция тромбоцитов на колонках, не содержащих полимиксин, снижает их содержание в крови 25–35%, что следует учитывать при выполнении селективной гемосорбции ЛПС.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии у них конфликта интересов.

Conflict of Interests. The authors state that they have no conflict of interests.

Вклад авторов. Все авторы участвовали в подготовке публикации: Громов М. И., Шляпников С. А., Пивоварова Л. П., Афончиков В. С. – разработка концепции статьи, редактирование текста статьи, проверка и утверждение текста статьи, Пичугина Г. А., Арискина О. Б., Осипова И. В., Федоров А. В. – получение и анализ фактических данных.

Author' contribution. All the authors participated in the preparation of the publication: Gromov M. I., Shlyapnikov S. A., Pivovarova L. P., Afonchikov V. S. – development of the concept of the article, editing the text of the article, checking and approving the text of the article, Pichugina G. A., Ariskina O. B., Osipova I. V., Fedorov A. V. – obtaining and analyzing factual data.

ЛИТЕРАТУРА

1. Громов М. И., Пивоварова Л. П., Арискина О. Б., Осипова И. В. Хемилюминесценция крови при инфекционном процессе и возможность ее использования для оценки активности эндотоксина при сепсисе // Журнал «Неотложная хирургия» им. И. И. Джanelидзе. – 2024. – № 4. – С. 32–39. https://doi.org/10.54866/27129632_2024_4_32.
2. Клинические рекомендации по диагностике и лечению тяжелого сепсиса и септического шока в лечебно-профилактических организациях Санкт-Петербурга. СПб. 2016. 94 с. URL: https://antimicrob.net/wp-content/uploads/2016-Protokoly-lecheniya-sepsisa_Sankt-Peterburg.pdf (дата обращения: 10.07.26).
3. Плоткин Л. Л. Рефрактерный септический шок (часть 1) // Вестник анестезиологии и реаниматологии. – 2021. – Т. 18, № 2. – С. 77–83. <https://doi.org/10.21292/2078-5658-2021-18-2-77-83>.
4. Evans L., Rhodes A., Alhazzani W. et al. Executive summary: surviving sepsis campaign: international guidelines for the management of sepsis and septic shock 2021 // Crit Care Med. – 2021. – Vol. 49, № 11. – P. 974–1982. <https://doi.org/10.1097/CCM.0000000000005357>
5. Fujimori K., Tarasawa K., Fushimi K. Effectiveness of polymyxin B hemoperfusion for sepsis depends on the baseline SOFA score: a nationwide observational study // Ann. Intensive Care. – 2021. – Vol. 11. – P. 141. <https://doi.org/10.1186/s13613-021-00928-z>.
6. Honore P. M., Hoste E., Molnar Z. et al. Cytokine removal in human septic shock: where are we and where are we going? // Ann. Intensive Care. – 2019. – Vol. 9, № 1. – P. 56. <https://doi.org/10.1186/s13613-019-0530-y>.
7. Knaus W. A., Draper E. A., Wagner D. P. et al. APACHE II: a severity of disease classification system // Critical Care Medicine. – 1985. – Vol. 13, № 10. – P. 818–829. <https://doi.org/10.1097/00003246-198510000-00009>.
8. Kumagai T., Takeyama N., Yabuki T. et al. Apheresis of activated leukocytes with an immobilized polymyxin filter in patient with septic shock // Shock. – 2010. – Vol. 34, № 5. – P. 461–466.
9. Neyra J. A., Legrand M., Tidswell M. A. et al. Polymyxin B haemoadsorption in endotoxemic septic shock (Tigris): a multicentre, open-label, Bayesian, randomised, controlled, phase 3 trial // Lancet Respir Med. – 2026. – Vol. 14, № 5. – P. 443–452. [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(26\)00047-0](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(26)00047-0).
10. Nishiboria M., Takahashia H. K., Katayamab H. et al. Specific removal of monocytes from peripheral blood of septic patients by Polymyxin B-immobilized filter column // Acta Med. Okayama. – 2009. – Vol. 63, № 1. – P. 65–69.
11. Rudd K. E., Johnson S. C., Agesa K. M. et al. Global, regional, and national sepsis incidence and mortality, 1990–2017: analysis for the Global Burden of Disease Study // Lancet. – 2020. – Vol. 395, № 10219. – P. 200–211. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(19\)32989-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(19)32989-7).

REFERENCES

1. Gromov M. I., Pivovarova L. P., Ariskina O. B., Osipova I. V. Chemiluminescence of blood during an infectious process and the possibility of its use to assess endotoxin activity in sepsis. *The Journal of Emergency Surgery named after I.I. Dzhanelidze*, 2024, vol. 4, pp. 32–39. (In Russ.). https://doi.org/10.54866/27129632_2024_4_32.
2. Klinicheskiye rekomendatsii po diagnostike i lecheniyu tyazhelogo sepsisa i septicheskogo shoka v lechebno-profilakticheskikh organizatsiyakh Sankt-Peterburga. Saint Petersburg, 2016. 94 s. (In Russ.). URL: https://antimicrob.net/wp-content/uploads/2016-Protokoly-lecheniya-sepsisa_Sankt-Peterburg.pdf (accessed: 10.07.26).
3. Plotkin L. L. Refractory septic shock (part 1). *Vestnik anesteziologii i reanimatologii*. 2021, vol. 18, no. 2, pp. 77–83. (In Russ.). <https://doi.org/10.21292/2078-5658-2021-18-2-77-83>.
4. Evans L., Rhodes A., Alhazzani W. et al. Executive summary: surviving sepsis campaign: international guidelines for the management of sepsis and septic shock 2021. *Crit Care Med*, 2021, vol. 49, no. 11, pp. 1974–1982. <https://doi.org/10.1097/CCM.0000000000005357>
5. Fujimori K., Tarasawa K., Fushimi K. Effectiveness of polymyxin B hemoperfusion for sepsis depends on the baseline SOFA score: a nationwide observational study. *Ann. Intensive Care*, 2021, vol. 11, p. 141. <https://doi.org/10.1186/s13613-021-00928-z>.
6. Honore P. M., Hoste E., Molnar Z. et al. removal in human septic shock: where are we and where are we going? *Ann. Intensive Care*, 2019, vol. 9, no. 1, p. 56. <https://doi.org/10.1186/s13613-019-0530-y>.
7. Knaus W. A., Draper E. A., Wagner D. P. et al. APACHE II: a severity of disease classification system. *Critical Care Medicine*, 1985, vol. 13, no. 10, pp. 818–829. <https://doi.org/10.1097/00003246-198510000-00009>.
8. Kumagai T., Takeyama N., Yabuki T. et al. Apheresis of activated leukocytes with an immobilized polymyxin filter in patient with septic shock. *Shock*, 2010, vol. 34, no. 5, pp. 461–466.
9. Neyra J. A., Legrand M., Tidswell M. A. et al. Polymyxin B haemoadsorption in endotoxemic septic shock (Tigris): a multicentre, open-label, Bayesian, randomised, controlled, phase 3 trial. *Lancet Respir Med*, 2026, vol. 14, no. 5 pp. 443–452. [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(26\)00047-0](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(26)00047-0).
10. Nishiboria M., Takahashia H. K., Katayamab H. et al. Specific removal of monocytes from peripheral blood of septic patients by Polymyxin B-immobilized filter column. *Acta Med. Okayama*, 2009, vol. 63, no. 1, pp. 65–69.
11. Rudd K. E., Johnson S. C., Agesa K. M. et al. Global, regional, and national sepsis incidence and mortality, 1990–2017: analysis for the Global Burden of Disease Study. *Lancet*, 2020, vol. 395, no. 10219, pp. 200–211. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(19\)32989-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(19)32989-7).

12. Singer M., Deutschman C. S., Seymour C. W. et al. The third international consensus definitions for sepsis and septic shock (sepsis-3) // JAMA. – 2016. – Vol. 315, № 8. – P. 801–810. <https://doi.org/10.1001/jama.2016.0287>.
13. Tsujimoto H., Ono S., Hiraki Sh. et al. Hemoperfusion with polymyxin B-immobilized fibers reduced the number of CD16+CD14+ monocytes in patients with septic shock // Journal of Endotoxin Research. – 2004. – Vol. 10. – P. 229–237.
14. Vincent J. L., Moreno R., Takala J. et al. The SOFA (sepsis related organ failure assessment) score to describe organ dysfunction/ failure. On behalf of the working group on sepsis-related problems of the european society of intensive care medicine // Intensive Care Med. – 1996. – Vol. 22, № 7. – P. 707–710. <https://doi.org/10.1007/BF01709751>.
15. Vincent J. L., Jones G., David Sh. et al. Frequency and mortality of septic shock in Europe and North America: a systematic review and meta-analysis // Crit. Care. – 2019. – Vol. 23. – P. 196–203. <https://doi.org/10.1186/s13054-019-2478-6>.
16. Zhou F., Peng Z., Murugan R., Kellum J. A. Blood purification and mortality in sepsis: a meta-analysis of randomized trials // Crit. Care Med. – 2013. – Vol. 41, № 9. – P. 2209–2220. <https://doi.org/10.1097/CCM.0b013e31828cf412>.
12. Singer M., Deutschman C.S., Seymour C.W. et al. The third international consensus definitions for sepsis and septic shock (sepsis-3). JAMA, 2016, vol. 315, no. 8, pp. 801–810. <https://doi.org/10.1001/jama.2016.0287>.
13. Tsujimoto H., Ono S., Hiraki Sh. et al. Hemoperfusion with polymyxin B-immobilized fibers reduced the number of CD16+CD14+ monocytes in patients with septic shock. Journal of Endotoxin Research, 2004, vol. 10, pp. 229–237.
14. Vincent J. L., Moreno R., Takala J. et al. The SOFA (sepsis related organ failure assessment) score to describe organ dysfunction/ failure. On behalf of the working group on sepsis-related problems of the european society of intensive care medicine. Intensive Care Med, 1996, vol. 22, no. 7, pp. 707–710. <https://doi.org/10.1007/BF01709751>.
15. Vincent J. L., Jones G., David Sh. et al. Frequency and mortality of septic shock in Europe and North America: a systematic review and meta-analysis. Crit. Care, 2019, vol. 23, no.1, pp. 196–203. <https://doi.org/10.1186/s13054-019-2478-6>.
16. Zhou F., Peng Z., Murugan R., Kellum J. A. Blood purification and mortality in sepsis: a meta-analysis of randomized trials. Crit. Care Med, 2013, vol. 41, no. 9, pp. 2209–2220. <https://doi.org/10.1097/CCM.0b013e31828cf412>.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И. И. Джанелидзе, 192242, Российская Федерация, Санкт-Петербург, Будапештская ул., д. 3

Громов Михаил Иванович, доктор медицинских наук, руководитель отдела эфферентной терапии, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И. И. Джанелидзе (Санкт-Петербург, Россия), e-mail: gromov@emergency.spb.ru, SPIN: 7816-8471, ORCID: 0000-0002-9311-6998; **Шляпников Сергей Алексеевич**, доктор медицинских наук, профессор, руководитель отдела хирургических инфекций, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И. И. Джанелидзе (Санкт-Петербург, Россия), e-mail: shlyapnikov@gmail.com, SPIN: 7322-0509, ORCID: 0000-0002-6182-8333; **Пивоварова Людмила Павловна**, доктор медицинских наук, руководитель отдела лабораторной диагностики, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И. И. Джанелидзе (Санкт-Петербург, Россия), e-mail: pivovarov@yandex.ru, SPIN: 2832-3106, ORCID: 0000-0002-9492-4516; **Афончиков Вячеслав Сергеевич**, кандидат медицинских наук, доцент, заместитель главного врача по анестезиологии и реаниматологии, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И. И. Джанелидзе (Санкт-Петербург, Россия), e-mail: shwalbe262@mail.ru, SPIN: 2232-7310, ORCID: 0000-0003-4851-0619; **Пичугина Галина Александровна**, кандидат медицинских наук, заведующая отделением реанимации и интенсивной терапии № 7, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И. И. Джанелидзе (Санкт-Петербург, Россия), e-mail: pichugina2014@gmail.com, SPIN: 5559-2460, ORCID: 0000-0002-3176-5300; **Арискина Ольга Борисовна**, кандидат биологических наук, научный сотрудник отдела лабораторной диагностики, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И. И. Джанелидзе (Санкт-Петербург, Россия), e-mail: immunology@emergency.spb.ru, SPIN: 6067-8268, ORCID: 0000-0001-6311-1259; **Осипова Ирина Викторовна**, кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник отдела лабораторной диагностики, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И. И. Джанелидзе (Санкт-Петербург, Россия), e-mail: immunology@emergency.spb.ru, SPIN: 1537-1600, ORCID: 0000-0002-1831-9111; **Федоров Алексей Валериевич**, научный сотрудник отдела эфферентной терапии, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И. И. Джанелидзе (Санкт-Петербург, Россия), e-mail: afd176@mail.ru, SPIN: 3418-2796, ORCID: 0009-0008-5443-4097.

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Saint Petersburg I. I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency Medicine, 3, Budapestskaya str., Saint Petersburg, Russian Federation, 192242

Gromov Mikhail I., Dr. of Sci. (Med.), Head of Efferent Therapy Department, Saint Petersburg I. I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency Medicine (Saint Petersburg, Russia), e-mail: gromov@emergency.spb.ru, ORCID: 0000-0002-9311-6998; **Shlyapnikov Sergei A.**, Dr. of Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Surgical Infections, Saint Petersburg I. I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency Medicine (Saint Petersburg, Russia), e-mail: shlyapnikov@gmail.com, ORCID: 0000-0002-6182-8333; **Pivovarova Ludmila P.** Dr. of Sci. (Med.), Head of Laboratory Diagnostics Department, Saint Petersburg I. I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency Medicine (Saint Petersburg, Russia), e-mail: pivovarov@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-9492-4516; **Afonchikov Vyacheslav S.**, Cand. of Sci. (Med.), Associate Professor, Deputy Chief Physician for Anesthesiology and Intensive Care, Saint Petersburg I. I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency Medicine (Saint Petersburg, Russia), e-mail: shwalbe262@mail.ru, ORCID: 0000-0003-4851-0619; **Pichugina Galina A.**, Cand. of Sci. (Med.), Head of the Department of Anesthesiology and Intensive Care № 7, Saint Petersburg I. I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency Medicine (Saint Petersburg, Russia), e-mail: pichugina2014@gmail.com, ORCID: 0000-0002-3176-5300; **Ariskina Olga B.**, Cand. of Sci. (Biol.), Research Fellow of Laboratory Diagnostics Department, Saint Petersburg I. I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency Medicine (Saint Petersburg, Russia), e-mail: immunology@emergency.spb.ru, ORCID: 0000-0001-6311-1259; **Osipova Irina V.**, Cand. of Sci. (Med.), Senior Research Fellow of Laboratory Diagnostics Department, Saint Petersburg I. I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency Medicine (Saint Petersburg, Russia), e-mail: immunology@emergency.spb.ru, ORCID: 0000-0002-1831-9111; **Fedorov Alexey V.**, Research Fellow of Efferent Therapy Department, Saint Petersburg I. I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency Medicine (Saint Petersburg, Russia), e-mail: afd176@mail.ru, ORCID: 0009-0008-5443-4097.