https://doi.org/10.21320/1818-474X-2026-3-171-181

Эффективность мультимодальной гемосорбции при тяжелом остром панкреатите: проспективное пилотное исследование

О.В. Высоцкий[1,2,*], С.В. Синьков[1,2]

[1] *ФГБОУ ВО «Кубанский государственный медицинский университет» Минздрава России, Краснодар, Россия*
[2] *ГБУЗ «Краевая клиническая больница № 2» Минздрава Краснодарского края, Краснодар, Россия*

Реферат

АКТУАЛЬНОСТЬ: Летальность пациентов при тяжелом остром панкреатите (ТОП) остается высокой на протяжении длительного времени. Ранняя полиорганная недостаточность (ПОН) выступает основным фактором, определяющим тяжесть течения и исходы заболевания. Лечение данной патологии является симптоматическим, а целесообразность применения экстракорпоральных методов лечения остается предметом дискуссий. Многочисленные исследования изучали эффективность цитокиновой сорбции и гемодиафильтрации совместно либо в виде отдельных элементов экстракорпорального очищения крови в ранней фазе ТОП, тогда как включение в комплекс терапии сорбции липополисахаридов (ЛПС) остается малоизученным. **ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ:** Определить влияние мультимодальной гемосорбции цитокинов и ЛПС на клинические и лабораторные показатели пациентов с острым панкреатитом, протекающим с ПОН в ранней фазе заболевания. **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ:** В исследование включено 30 пациентов с ТОП. Основную проспективную группу вмешательства составили 15 пациентов, получавших стандартную терапию в комбинации с мультимодальной гемосорбцией. Контрольную проспективную группу сформировали из 15 параллельно отобранных пациентов, получавших стандартную терапию. Выполнен сравнительный анализ клинико-лабораторных показателей и исходов лечения. **РЕЗУЛЬТАТЫ:** Использование мультимодальной гемосорбции в схеме лечения ранней ПОН при ТОП способствовало более быстрому восстановлению органной недостаточности в исследуемой группе (RMANOVA; p = 0,009); позволило на 3-и сутки значительно снизить концентрацию лактата с 2,0 (1,3; 3,0) до 1,5 (1,2; 2,1) ммоль/л (p = 0,026), С-реактивного белка с 302 (258; 405) до 220 (163; 281) мг/л (p = 0,026). В груп-

Efficacy of multimodal hemosorption in severe acute pancreatitis: a prospective pilot study

O.V. Vysotskiy[1,2,*], S.V. Sinkov[1,2]

[1] *Kuban State Medical University, Krasnodar, Russia*
[2] *Krasnodar Regional Clinical Hospital No. 2, Krasnodar, Russia*

Abstract

INTRODUCTION: Mortality in severe acute pancreatitis (SAP) remains high. Early multiple organ failure (MOF) is the primary factor determining disease severity and outcomes. Treatment is largely symptomatic, and the role of extracorporeal therapies remains controversial. While studies have examined cytokine adsorption and hemodiafiltration in early SAP, the inclusion of lipopolysaccharide (LPS) adsorption remains poorly understood. **OBJECTIVE:** To assess the impact of multimodal cytokine and LPS hemoperfusion on clinical and laboratory parameters in early-phase acute pancreatitis with MOF. **MATERIALS AND METHODS:** The study included 30 patients with severe acute pancreatitis. The main prospective intervention group consisted of 15 patients receiving standard therapy in combination with multimodal hemosorption. The prospective control group consisted of 15 parallel-selected patients receiving standard therapy. Clinical, laboratory, and outcome measures were compared between groups. **RESULTS:** Incorporation of multimodal hemoperfusion into the management of early multiple organ failure in SAP contributed to faster resolution of organ dysfunction in the study group (RMANOVA; p = 0.009). By day 3, it significantly reduced lactate concentration from 2.0 (1.3; 3.0) to 1.5 (1.2; 2.1) mmol/L (p = 0.026) and C-reactive protein from 302 (258; 405) to 220 (163; 281) mg/L (p = 0.026). In the hemoperfusion group, ICU length of stay was shorter — 13,5 (9,6; 16,1) days versus 18,9 (11; 55,8) days in the control group (p = 0.059), and total hospital stay decreased to 19 (17; 36) days compared with 25 (14; 56) days in the control group (p = 0.689). **CONCLUSIONS:** The use of multimodal hemoperfusion in our SAP patients was linked to faster regression of organ dysfunction and reduced inflammatory markers, yet the study lacks sufficient power to recommend its routine clinical application. To confirm the hypothesis regarding the

© «Практическая медицина» 2026. Данная статья распространяется на условиях «открытого доступа», в соответствии с лицензией CC BY-NC-SA 4.0 («Attribution-NonCommercial-ShareAlike» / «Атрибуция-Некоммерчески-СохранениеУсловий» 4.0), которая разрешает неограниченное некоммерческое использование, распространение и воспроизведение на любом носителе при условии указания автора и источника. Чтобы ознакомиться с полными условиями данной лицензии на русском языке, посетите сайт: https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.ru

пе применения гемосорбции время пребывания в отделении реанимации было короче — 13,5 (9,6; 16,1) сут, относительно группы контроля — 18,9 (11; 55,8) сут (p = 0,059), а длительность госпитализации уменьшилась до 19 (17; 36) сут по сравнению с контрольной группой — 25 (14; 56) сут (p = 0,689). **ВЫВОДЫ:** Применение мультимодальной гемосорбции в комплексном лечении пациентов с ТОП в нашем исследовании было ассоциировано с более быстрым регрессом органной дисфункции и снижением маркеров воспаления, однако мощности данного исследования недостаточно для рекомендации широкого клинического применения данного метода. Для подтверждения сформированной гипотезы об эффективности мультимодальной гемосорбции в ранней фазе ТОП требуется проведение более крупного проспективного исследования.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: панкреатит, гемоперфузия, полиорганная недостаточность, цитокины, липополисахарид

* *Для корреспонденции:* Высоцкий Олег Валериевич — ассистент кафедры анестезиологии, реаниматологии и трансфузиологии ФГБОУ ВО «Кубанский государственный медицинский университет» Минздрава России, Краснодар, Россия; заведующий отделением анестезиологии-реанимации № 3 ГБУЗ «Краевая клиническая больница № 2» Минздрава Краснодарского края, Краснодар, Россия; e-mail: ovysotskiy82@mail.ru

Для цитирования: Высоцкий О.В., Синьков С.В. Эффективность мультимодальной гемосорбции при тяжелом остром панкреатите: проспективное пилотное исследование. Вестник интенсивной терапии им. А.И. Салтанова. 2026; 3:171–181. https://doi.org/10.21320/1818-474X-2026-3-171-181

Поступила: 15.01.2026
Принята к печати: 15.05.2026

effectiveness of multimodal hemosorption in the early phase of PTP, a larger prospective study is required.

KEYWORDS: pancreatitis, hemoperfusion, multiple organ failure, cytokines, lipopolysaccharide

* *For correspondence:* Oleg V. Vysotskiy — Assistant of the Department of Anesthesiology, Intensive Care and Transfusiology, Kuban State Medical University, Krasnodar, Russia; Head of the Department of Anesthesiology and Intensive Care No 3, Krasnodar Regional Clinical Hospital No 2, Krasnodar, Russia; e-mail: ovysotskiy82@mail.ru

For citation: Vysotskiy O.V., Sinkov S.V. Efficacy of multimodal hemosorption in severe acute pancreatitis: a prospective pilot study. Annals of Critical Care. 2026; 3:171–181. https://doi.org/10.21320/1818-474X-2026-3-171-181

Received: 15.01.2026
Accepted: 15.05.2026

DOI: 10.21320/1818-474X-2026-3-171-181

Введение

Острый панкреатит, согласно определению, представляет собой асептический воспалительный процесс поджелудочной железы, в основе которого лежат некроз ацинарных клеток и ферментативная агрессия, способные вызвать не только местные осложнения, но и привести к поражению отдаленных органов [1]. Общая летальность при данной патологии в 2024 г. составила 3,07 % [2], а при развитии тяжелого острого панкреатита (ТОП) с полиорганной недостаточностью (ПОН) данный показатель может возрастать до 42 % [3, 4]. Основная причина летальных исходов в ранние сроки заболевания — прогрессирование органной недостаточности на фоне стерильного воспаления. Развитие ранней ПОН имеет худший прогноз по сравнению с сепсис-ассоциированной органной недостаточностью, развивающейся в более поздние сроки [5].

На фоне повреждения ацинарных клеток поджелудочной железы и активации протеолитических ферментов происходит неконтролируемая выработка провоспалительных цитокинов [6], развиваются

синдром системного воспалительного ответа [7], эндотоксикоз [7, 8], приводящие к возникновению цитокинового шторма. Высокий уровень медиаторов воспаления воздействует на тонус сосудистой стенки (вазоконстрикция на уровне артериол), нарушает функциональное состояние эпителия в сторону повышения проницаемости, что наряду с развитием гиперкоагуляции и микротромбообразованием на уровне микроциркуляции создает условия для развития синдрома гипоксии/реперфузии [9]. Все эти процессы усугубляют течение ТОП и способствуют прогрессированию ПОН.

Роль липополисахарида (ЛПС) в развитии ранней ПОН у пациентов с ТОП в настоящее время недостаточно изучена. Исследование, проведенное Li Q. et al. установило, что у 68,9 % пациентов с острым панкреатитом из крови выявляются дезоксирибонуклеиновые кислоты кишечных бактерий, а их концентрация пропорциональна тяжести состояния пациента [10]. Поступление ЛПС в системный кровоток является следствием нарушения перистальтики кишечника [11], увеличения популяции условно-патогенной микрофлоры [12] и повреждения кишечного барьера [13]. ЛПС активирует Toll-like рецептор 4-го типа иммунокомпетентных клеток, стимулируя выработку провоспалительных цитокинов [14], активируя систему комплемента, синтазы оксида азота, способствуя развитию окислительного стресса, что приводит к прогрессированию цитокинового шторма и ПОН [15, 16], увеличивая риск неблагоприятного исхода [17].

Развитие эндотоксемии и цитокинового шторма является важным компонентом патогенеза ТОП, определяющим тяжесть его течения, что делает удаление цитокинов [18] и ЛПС перспективным методом предупреждения прогрессирования и разрешения ПОН [19], что может улучшить исходы при ТОП.

Цель исследования

Определить влияние мультимодальной гемосорбции цитокинов и ЛПС на клинические и лабораторные показатели пациентов с острым панкреатитом, протекающим с ПОН в ранней фазе заболевания.

Материалы и методы

Дизайн исследования

Открытое одноцентровое пилотное исследование с проспективным набором пациентов в группу вмешательства и параллельным проспективным формированием контрольной группы проведено в отделении анестезиологии и реанимации № 3 ГБУЗ «Краевая клиническая больница № 2» Минздрава Краснодарского края в 2023–2024 гг. Исследование одобрено независимым этическим комитетом ФГБОУ ВО «Кубанский государственный медицинский университет» Минздрава России (Протокол № 120 от 30.05.2023).

Критерии включения:

- возраст пациентов от 18 до 75 лет;
- верифицированный диагноз острого панкреатита, установленный на основании критериев, указанных в клинических рекомендациях (2021);
- оценка по модифицированному индексу тяжести панкреатита по данным компьютерной томографии 4 балла и выше;
- давность заболевания не более 3 сут от начала болевого приступа;
- оценка по шкале Sequential Organ Failure Assessment (SOFA) 2 балла и более;
- состояние пациента, позволяющее проводить экстракорпоральную терапию не менее 6 ч.

Критерии невключения:

- отсутствие информированного согласия;
- приступ острого панкреатита как обострение хронического панкреатита;
- острый панкреатит как осложнение проведенной хирургической операции;
- применение в лечении острого панкреатита других методов экстракорпоральной гемокоррекции, использующих гемофильтры с высокопроницаемыми и поверхностно-модифицированными мембранами; наличие очага несанированной хирургической инфекции;
- нестабильность гемодинамики (среднее артериальное давление ≤ 65 мм рт. ст.), несмотря на инфузионную терапию и вазопрессорную поддержку в течение 24 ч;
- наличие терминальной почечной недостаточности, требующей проведения заместительной почечной терапии;
- наличие цирроза печени (> 5 баллов по классификации Child—Pugh);
- неразрешенный синдром билиарной гипертензии; беременность;
- неконтролируемое кровотечение (острая массивная кровопотеря за предшествующие 24 ч);
- тяжелые сопутствующие заболевания, способные повлиять на клинический исход (острая тромбоэмболия легочной артерии, острый инфаркт миокарда, острое нарушение мозгового кровообращения в течение последних 4 нед., тяжелая застойная сердечная недостаточность с фракцией выброса ≤ 35 %).

Критерии исключения:

- выявление критериев невключения в ходе проведения исследования;
- отзыв участником или его представителями согласия на участие в исследовании;
- развитие нежелательного явления, индивидуальная непереносимость мультимодальной сорбции, в свя-

зи с чем дальнейшее участие в исследовании невозможно;
- продолжение участия в исследовании не отвечает, по мнению исследователей, интересам здоровья участника.

Формирование контрольной группы

Контрольная группа была сформирована проспективно из пациентов с ТОП, параллельно проходивших лечение в том же отделении с помощью метода псевдорандомизации (Propensity Score Matching — PSM). Пациентов контрольной группы отбирали таким образом, чтобы их демографические, клинические показатели, а также набор диагностических и лечебных мероприятий были сопоставимы с пациентами основной группы. Для включения в контрольную группу использовали те же клинические критерии включения/невключения, что и для группы исследования. После отбора выполняли оценку исходной сопоставимости групп по ключевым клиническим характеристикам.

Протокол лечения

Пациенты обеих групп получали консервативное и хирургическое лечение, рекомендованное актуальными клиническими рекомендациями по данной патологии с учетом фазы заболевания. Комплексная интенсивная терапия включала инфузию изоосмолярных кристаллоидов, вазопрессорную поддержку, профилактику стресс-язв верхних отделов желудочно-кишечного тракта, обезболивание, респираторную терапию, тромбопрофилактику. Нутритивную поддержку осуществляли парентеральным путем с постепенным переходом на энтеральное питание через назоинтестинальный зонд при восстановлении моторной функции желудочно-кишечного тракта и редукции выраженной амилаземии. Антибактериальную терапию назначали при наличии признаков присоединения бактериальной инфекции.

В группе исследования не позднее 24 ч после включения пациентам проводили мультимодальную гемосорбцию с использованием устройства «Efferon LPS» (ПАО «Эфферон», Москва, РФ), представляющего собой полимерный гемосорбент на основе макропористого сверхсшитого стирол-дивинилбензольного сополимера поверхностно модифицированного ЛПС-селективным лигандом. Проведение процедуры было возможно в виде изолированной гемосорбции либо при наличии показаний в комбинации с продленной заместительной почечной терапией. Длительность сеанса составляла 6–10 ч. Скорость кровотока при изолированной гемосорбции — 80–120 мл/мин, при комбинировании с методами заместительной почечной терапии — 120–200 мл/мин. Окончательный выбор параметров процедуры в пределах указанных интервалов определялся исследователем в зависимости от клинической ситуации. Повторную процедуру проводили не позднее 24-часового интервала времени от начала предыдущей. При прогрессировании ПОН (нарастание баллов по шкале SOFA) и синдроме системного воспалительного ответа, по данным лабораторных исследований, после двух сеансов гемосорбции рассматривали вопрос о проведении последующих процедур.

Показанием к проведению заместительной почечной терапии в обеих группах служило острое почечное повреждение II–III стадии по классификации Kidney Disease: Improving Global Outcomes и/или тяжелый метаболический ацидоз (pH ≤ 7,15), не корригируемый консервативно. Всем пациентам, нуждавшимся в заместительной почечной терапии, выполняли продленную вено-венозную гемодиафильтрацию на аппаратах Dialog+ (B. Braun, Германия) с использованием полисульфоновых диализаторов (XevontaHi 20). Замещающий раствор вводили методом предилюции. В исследуемой группе при комбинации гемосорбции с гемодиафильтрацией сорбент подключали последовательно после диализатора. В контрольной группе применялась только гемодиафильтрация.

Во всех случаях антикоагуляцию при проведении экстракорпоральных процедур обеспечивали введением нефракционированного гепарина с поддержанием уровня активированного частичного тромбопластинового времени в интервале 60–80 с. Средняя скорость инфузии гепарина варьировала в пределах 1000–3000 Ед/ч.

Оцениваемые параметры

Всех пациентов группы исследования изучали на момент включения в исследование (до начала гемосорбции). Повторная оценка показателей проводилась через 24, 48, 72 ч, 7 сут после начала первой процедуры гемосорбции. Данные группы контроля фиксировались в аналогичных временных точках. Изучали и сравнивали показатели органной дисфункции (оценка по шкале SOFA), системной гемодинамики (потребность и дозы вазопрессорной поддержки), функцию обмена кислорода в легких (респираторный индекс PaO_2/FiO_2), лабораторные показатели (значения лейкоцитов, лимфоцитов, нейтрофилов, тромбоцитов, С-реактивного белка, прокальцитонина, лактата, мочевины, креатинина, билирубина, ферритина, интерлейкина-1b, интерлейкина-6, фактора некроза опухолей альфа). Анализировали также длительность проведения искуственной вентиляции легких (ИВЛ), продолжительность пребывания в отделении реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ), длительность больничной госпитализации. Помимо межгруппового сравнения данных, оценивали влияние гемосорбции на динамику маркеров системного воспаления.

Статистический анализ

Для анализа данных использовали RStudio 2024 (Posit Software, USA) с R версии 4.4. При наличии цензурированных данных использован анализ с переносом последнего наблюдения вперед (last observation carried forward). Ввиду того, что все исследуемые показатели имели асимметричное распределение, их данные представлены как медиана (Me) и межквартильный диапазон 25-го и 75-го перцентилей (Q1–Q3) и сравнены с использованием непараметрического критерия Манна—Уитни. Для анализа категориальных переменных применяли точный тест Фишера. Анализ динамики показателей проводили с помощью дисперсионного анализа повторных измерений (RMANOVA), который оценивает общие групповые различия в траектории изменений. Оценка данных, представляющих время до события, выполнена с помощью инцидентных кривых конкурирующих рисков и соответствующего Gray's теста. При выполнении всех статистических тестов уровнем статистической значимости определено значение $p < 0,05$, учитывая пилотный характер работы поправку на множественные сравнения не выполняли.

Результаты

В исследуемую группу включено 15 пациентов с ТОП, поступивших в ОРИТ в период проведения исследования. Из них 12 (80 %) мужчин, медиана возраста — 54 (44; 59) года. Органная недостаточность по шкале SOFA на момент включения в исследование оценивалась в 4 (3;7) балла.

В контрольную группу включено 15 пациентов. На момент включения в исследование группы были сопоставимы по полу, возрасту, количеству баллов по шкалам Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II (APACHE II) и SOFA, модифицированному индексу тяжести панкреатита по данным компьютерной томографии, концентрации лактата и прокальцитонина, частоте развития острого почечного повреждения, потребности в проведении вазопрессорной поддержки и ИВЛ (табл. 1). Проведенная количественная оценка сопутствующей патологии путем расчета индекса коморбидности Чарлсон не выявила разницы между группами ($p = 0,932$), что позволяет говорить о сопоставимости групп.

Пациентам исследуемой группы суммарно было проведено 32 процедуры гемосорбции, из них 15 (47 %) — в сочетании с гемодиафильтрацией у 7 пациентов с острым почечным повреждением. Время от начала болевого синдрома до проведения гемосорбции составило 66 (57–72) ч, а от включения в исследование до старта процедуры — 2,0 (0,5–6,0) ч. Скорость кровотока для всех пациентов составила 120 мл/мин. При проведении процедур не было отмечено никаких нежелательных явлений. В контрольной группе в отношении 6 пациентов с острым почечным повреждением приме-

Таблица 1. Характеристика пациентов на момент включения в исследование

Table 1. Baseline characteristics of patients at the time of inclusion in the study

Показатели	Исследование (*n* = 15)	Контроль (*n* = 15)	*p*
Возраст, лет	54 (44; 59)	47 (35; 52)	0,146
Пол, м/ж	12/3	12/3	1,0
APACHE II, баллы	9 (6; 13)	8 (4; 15)	0,646
SOFA, баллы	4 (3; 7)	4 (3; 7)	0,674
Индекс MCTSI, баллы	6,4 (5,7; 7,8)	6,8 (5,3; 7,9)	0,946
Лактат, ммоль/л	2 (1,3; 3)	2,7 (2; 5,3)	0,119
Прокальцитонин, нг/мл	1,5 (0,7; 2,9)	0,9 (0,4; 2,6)	0,304
Острое почечное повреждение, *n* (%)	9 (60 %)	6 (40 %)	0,46
Вазопрессорная поддержка, *n* (%)	1 (7 %)	0 (0 %)	1,00
ИВЛ, (%)	4 (27 %)	2 (13 %)	0,372
CCI	1 (0;2)	1 (0;2,7)	0,932

Примечание: APACHE II — шкала оценки острых физиологических расстройств и хронических функциональных изменений II; CCI — индекс коморбидности Чарлсон; MCTSI — модифицированный индекс тяжести панкреатита по данным компьютерной томографии; *n* — количество пациентов; SOFA — шкала оценки тяжести органной дисфункции; ИВЛ — искусственная вентиляция легких. Данные представлены в виде значений медиан и квартилей — Me (Q1–Q3).

Note: APACHE II — Acute Physiology and Chronic Health Evaluation-II; CCI — Charlson Comorbidity Index; MCTSI — Modified Computed Tomography Severity Index; *n* — number of patients; SOFA — Sequential Organ Failure Assessment; ИВЛ — mechanical ventilation. Data are expressed as median (interquartile range) — Me (Q1–Q3).

няли гемодиафильтрацию. Частота и длительность заместительной почечной терапии в группах статистически не различались.

В ходе проведения исследования не выявлено статистически значимой разницы между группами по следующим основным показателям (табл. 2).

Межгрупповое сравнение органной недостаточности по шкале SOFA не выявило различий между группами во всех временных точках ($p > 0,05$) (рис. 1). Однако проведенный дисперсионный анализ повторных измерений (RMANOVA) выявил более быстрое восстановление органной недостаточности в исследуемой группе ($p = 0,009$).

На момент включения в исследование группы не различались по потребности и дозах вазопрессорной поддержки, оцениваемых с помощью вазопрессорно-инотропного индекса. Медиана в исследуемой группе составила 0 (0; 0,3) единиц, в контрольной группе — 0 (0; 0) ($p = 0,351$). В последующих контрольных точках достоверные отличия между группами по этому показателю также отсутствовали.

Статистически значимые различия между группами в лабораторных показателях были отмечены на 3-и сутки наблюдения. Они выражались в снижении концентрации лактата до 1,5 (1,2; 2,1) ммоль/л ($p = 0,026$), С-реактивного белка до 240 (170; 331) мг/л ($p = 0,026$)

Таблица 2. Сравнение показателей двух групп пациентов в контрольных точках

Table 2. Comparison of parameters between the two patient groups at predefined time points

День	Исследование	Контроль	*p*
PaO_2/FiO_2, мм рт. ст.			
0	299 (246; 342)	339 (257; 441)	0,178
1	242 (211; 304)	318 (251; 391)	0,089
2	278 (221; 355)	266 (219; 348)	0,967
3	262 (197; 331)	239 (182; 287)	0,384
7	346 (269; 426)	310 (220; 361)	0,350
Тромбоциты, $\times 10^9$/л			
0	184 (129; 211)	144 (119; 212)	0,350
1	133 (90; 180)	126 (104; 171)	0,775
2	120 (89; 149)	104 (80; 137)	0,481
3	134 (99; 159)	111 (81; 153)	0,309
7	273 (192; 354)	197 (123; 286)	0,130
Креатинин, мкмоль/л			
0	128 (89; 257)	111 (78; 200)	0,520
1	81 (66; 174)	97 (74; 159)	0,512
2	70 (58; 98)	68 (60; 137)	1,000
3	66 (58; 95)	65 (54; 143)	0,806
7	70 (54; 106)	59 (51; 95)	0,372
Билирубин общий, мкмоль/л			
0	32 (27; 43)	33 (25; 59)	0,917
1	25 (18; 43)	36 (25; 64)	0,098
2	24 (15; 42)	34 (22; 59)	0,130
3	28 (15; 48)	38 (20; 63)	0,254
7	17 (11; 35)	30 (17; 53)	0,147

Примечание: Данные представлены как значения медиан и квартилей — Me (Q1–Q3). Показатели в днях указывают время от момента включения в исследование.
PaO_2/FiO_2 — соотношение напряжения кислорода в артериальной крови к инспираторной фракции кислорода.

Note: Data are expressed as median (interquartile range) — Me (Q1–Q3). Values are expressed in days from study entry.
PaO_2/FiO_2 ratio — the ratio of arterial oxygen partial pressure to inspired oxygen fraction.

у исследуемой группы. Подобная положительная динамика сохранялась до 7 сут, о чем свидетельствуют соответствующие показатели (табл. 3).

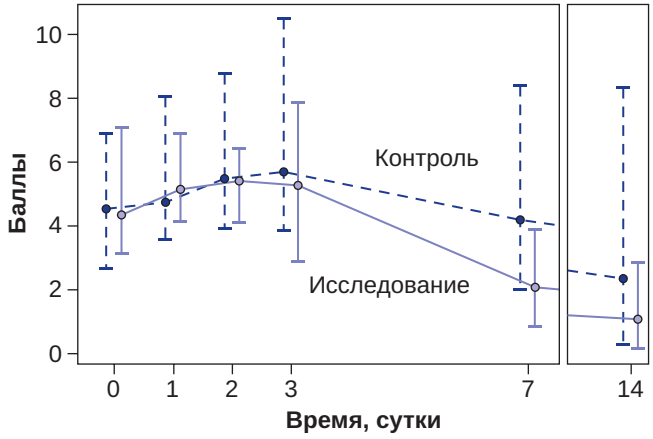

Рис. 1. Динамика органной недостаточности по шкале SOFA

Fig. 1. Dynamics of organ dysfunction assessed by the SOFA score

ИВЛ потребовалась в исследуемой группе 10 (67 %) пациентам, в контрольной группе — 14 пациентам (93 %) (p = 0,168). Медиана длительности ИВЛ до отлучения от ИВЛ или смерти составила соответственно 7,3 (2,3; 14,0) и 6,7 (3,5; 17,6) дня (p = 0,598). Медиана длительности ИВЛ до отлучения от ИВЛ в группе исследования составила 5,4 (3,5; 12,0) дня, а в группе контроля — 8,2 (3,0; 13,0) дня (p = 1,000).

Летальные исходы в исследуемой группе зафиксированы в 3 случаях (20 %), в контрольной группе — в 6 случаях (40 %). Проведенное сравнение на основе инцидентных кривых не выявило статистической значимости между группами (p = 0,65) (рис. 2).

Время нахождения в ОРИТ пациентов исследуемой группы до выписки было меньше, чем в контрольной группе и составило 13,5 (9,6; 16,1) и 18,9 (11; 55,8) сут соответственно. Кривые выписки пациентов из ОРИТ представлены на рис. 2 восходящими участками кривых. Межгрупповое отличие в данном случае составило p = 0,059. Общая длительность госпитализации до выписки пациентов домой составила 19 (17; 36) и 25 (14; 56) дней сответственно (p = 0,689).

Таблица 3. Динамика маркеров системного воспалительного ответа и лактата двух групп пациентов в контрольных точках

Table 3. Dynamics of systemic inflammatory response markers and lactate levels in the two patient groups at predefined time points

День	Исследование	Контроль	*p*
Лактат, ммоль/л			
0	2 (1,3; 3,0)	2,7 (2,0; 5,3)	0,119
1	1,9 (1,6; 2,2)	2,3 (1,8; 4,9)	0,089
2	1,8 (1,5; 2,2)	2,0 (1,5; 4,2)	0,441
3	1,5 (1,2; 2,1)	2,3 (1,8; 6,2)	0,026
7	1,5 (1,2; 2,3)	2,1 (1,7; 4,1)	0,051
Прокальцитонин, нг/мл			
0	1,5 (0,7; 2,9)	0,9 (0,4; 2,6)	0,305
1	1,2 (0,5; 2,3)	1,1 (0,6; 2,3)	0,967
2	0,8 (0,4; 1,6)	1,1 (0,6; 2,1)	0,340
3	0,7 (0,4; 3,0)	0,9 (0,5; 1,6)	0,486
7	0,4 (0,2; 2,1)	0,6 (0,4; 1,8)	0,245
С-реактивный белок, мг/л			
0	302 (258; 405)	278 (156; 327)	0,305
1	290 (222; 345)	284 (228; 332)	0,902
2	240 (170; 331)	318 (261; 363)	0,081
3	220 (163; 281)	293 (241; 328)	0,026
7	116 (73; 203)	224 (152; 289)	0,011

Примечание: Данные представлены как значения медиан и квартилей — Me (Q1–Q3).

Note: Data are expressed as median (interquartile range) — Me (Q1–Q3).

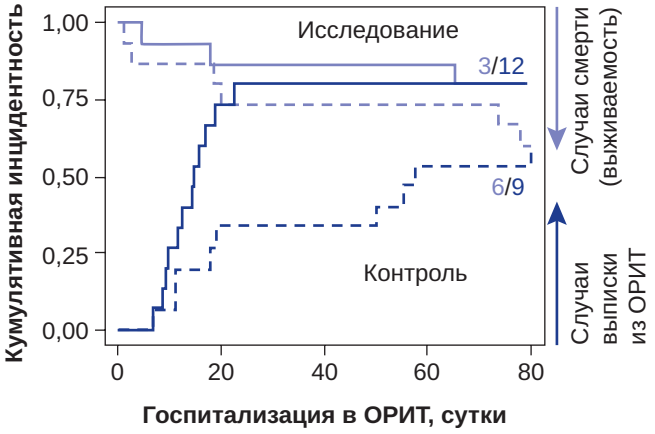

Рис. 2. Анализ исходов с помощью инцидентных кривых

Примечание: Нисходящая ветвь кривой — случаи смерти, восходящая ветвь кривой — случаи выписки из ОРИТ. Через символ «/» в коце кривых указана итоговая инцидентность (умерло/выписано).

Fig. 2. Outcome analysis using incidence curves

Note: The descending branch of the curve represents death events, while the ascending branch represents discharge from the ICU. The final incidence (deaths/discharges) is indicated at the end of the curves after the "/" symbol.

В ходе проведения исследования оценивалась динамика ряда маркеров воспаления у пациентов исследуемой группы после проведения двух мультимодальных гемосорбций. Было выявлено статистически значимое снижение концентраций прокальцитонина, С-реактивного белка и интерлейкина-6 (табл. 4).

Обсуждение

Проведенное исследование имеет пилотный характер, что накладывает ряд ограничений на интерпретацию и применение в клинической практике полученных результатов. В ходе сравнения основных показателей выявлено более быстрое восстановление органной недостаточности в исследуемой группе (RMANOVA; p = 0,009), что согласуется с данными других работ, которые демонстрировали ускорение регресса ПОН при использовании методов экстракорпорального очищения крови в ранней фазе ТОП.

В исследуемой группе на 3-и сутки отмечено статистически значимое снижение уровня лактата до 1,5 (1,2; 2,1) ммоль/л, в то время как в контрольной группе этот показатель составил 2,3 (1,8; 6,2) ммоль/л. Аналогичные

Таблица 4. Динамика маркеров системного воспалительного ответа у пациентов исследуемой группы после двух мультимодальных гемосорбций

Table 4. Dynamics of systemic inflammatory response markers in patients of the study group after two sessions of multimodal hemoperfusion

Показатель	День	Me (Q1; Q3)	*p*
Прокальцитонин, нг/мл	0	1,5 (0,7; 2,9)	—
	2	0,8 (0,4; 1,6)	0,001
	3	0,7 (0,4; 3)	0,026
С-реактивный белок, мг/л	0	302 (258; 405)	—
	2	240 (170; 331)	0,048
	3	220 (163; 281)	0,010
Ферритин, мкг/л	0	1047 (506; 1725)	—
	2	1043 (476; 1722)	0,787
	3	1135 (753; 1614)	0,363
Интерлейкин-1b, нг/л	0	6,05 (4,38; 13,09)	—
	2	5,37 (3,72; 8,2)	0,485
	3	4,48 (3,37; 7,61)	0,081
Интерлейкин-6, нг/л	0	284,8 (162,4; 1320,7)	—
	2	193,9 (79,9; 381,7)	0,058
	3	132,9 (60,6; 235,1)	0,0040
Фактор некроза опухолей альфа, нг/л	0	0,5 (0; 1,4)	—
	2	0,6 (0; 2,3)	0,2936
	3	0,6 (0; 1,6)	0,8336

результаты были получены в исследовании, посвященном оценке эффективности гемосорбции цитокинов при ТОП [6]. Значения С-реактивного белка на 3-и сутки терапии также были достоверно ниже в исследуемой группе — 220 (163; 281) мг/л (p = 0,026), что отражает влияние мультимодальной гемосорбции на лабораторные признаки уменьшения системного воспалительного ответа [20].

Исследование не обладало достаточной статистической мощностью для выявления различий по летальности (p = 0,65). Наблюдаемая разница в 20 % формирует гипотезу для расчета выборки в будущем исследовании, но не может служить основанием для клинических выводов. В отличие от используемой в нашей работе мультимодальной гемосорбции, применение непрерывной вено-венозной гемофильтрации доказало свое влияние на снижение смертности у пациентов с ТОП в ретроспективном исследовании T. Muetal [21].

Проведение мультимодальной гемосорбции благоприятно влияло на снижение концентрации провоспалительных цитокинов. Содержание интерлейкина-6 на 3-и сутки снизилось до 132,9 (60,64; 235,08) нг/л по сравнению с первыми сутками, причем выявленные различия являлись статистически значимыми.

Использование мультимодальной гемосорбции позволило снизить потребность в ИВЛ на 2,8 сут, что сократило время пребывания пациентов в отделении реанимации на 5,4 сут, а срок госпитализации — на 6 сут, однако выявленные различия также не являются статистически значимыми (p > 0,05). Предположительно, отсутствие значимых различий обусловлено недостаточным объемом выборки.

Равнозначное применение заместительной почечной терапии в обеих группах (n = 7 в исследуемой группе, n = 6 в контрольной группе) и использование полисульфоновых диализаторов, не являющихся высокопроницаемыми для цитокинов и эндотоксина, снижает влияние проводимой гемодиафильтрации на результаты исследования.

Полученные нами результаты по ряду параметров соответствуют выводам подобных работ по применению экстракорпоральной гемокоррекции при ТОП. Наиболее близким по дизайну является исследование PACIFIC (Pancreatitis Cytosorbents inflammatory cytokine removal), проведенное S. Rasch et al., в котором оценивалось влияние гемосорбции цитокинов на гемодинамику, показатели воспаления и исходы у пациентов с ТОП [22]. В этой работе, изучавшей проспективную группу исследования и подобранную ретроспективно контрольную группу, было показано, что использование цитокиновой сорбции способствовало стабилизации гемодинамики, снижению уровня интерлейкина-6 и восстановлению функции органов, что подтверждалось результатами серийных оценок по шкале SOFA. Однако, как и в нашем случае, различия по летальности не достигли статистической значимости.

При анализе доступной литературы мы не нашли работ, изучающих непосредственно эффект гемосорбции ЛПС в ранней фазе ТОП. В этом смысле одноцентровое ретроспективное обсервационное исследование P. Saullo et al., изучавшее эффективность и безопасность ранней непрерывной вено-венозной гемофильтрации с использованием фильтра oXiris у 48 пациентов с ТОП, представляет особый интерес [23]. Подобно используемому в нашей работе гемосорбенту, фильтр oXiris обладает адсорбирующими свойствами в отношении и цитокинов, и эндотоксина. Авторы отмечают снижение уровня провоспалительных медиаторов, клинически значимое улучшение прогностических шкал, повышение 28-дневной выживаемости при применении данного метода. Также есть предположения об иммуномодулирующем эффекте ранней гемофильтрации с oXiris, вероятно, за счет адсорбционных свойств позволяющем ослабить цитокиновый шторм при ТОП. Однако как и в нашем исследовании, авторы обозначают ограничения (ретроспективный дизайн, одноцентровость, отсутствие контрольной группы) и указывают, что результаты поддерживают гипотезу об эффективности метода. Для подтверждения влияния на выживаемость и восстановление органов необходимы проспективные рандомизированные контролируемые исследования.

Заключение

В ходе проведения пилотного исследования установлено, что применение мультимодальной гемосорбции ассоциировано с более быстрым регрессом ПОН и снижением маркеров воспаления. Была продемонстрирована тенденция к снижению летальности, сокращению времени пребывания в ОРИТ и длительности госпитализации. На основании этого была сформирована гипотеза об эффективности мультимодальной гемосорбции в ранней фазе ТОП.

К ограничениям исследования относятся небольшой объем выборки, отсутствие рандомизации, а также риск селекционного смешения и остаточного смешения, обусловленного возможными различиями в исходных характеристиках, сопутствующей терапии и условиях наблюдения. Нельзя полностью исключить влияние сопутствующей гемодиафильтрации на динамику лабораторных показателей, хотя ее вклад представляется минимальным. В связи с этим полученные результаты следует рассматривать как предварительные и формирующие гипотезу.Они требуют подтверждения в более крупном проспективном исследовании.

Данное пилотное исследование было проведено с технической поддержкой ПАО «Эфферон». В настоящее время на основании сформулированной в нем гипотезы в РФ начато многоцентровое проспективное исследование (главный исследовательский центр —

ГБУЗ г. Москвы «Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского»). В него планируется включить 150 пациентов с ТОП, что, согласно статистическому расчету, будет достаточно для подтверждения гипотезы об эффективности мультимодальной гемосорбции в ранней фазе ТОП.

Конфликт интересов. Данное пилотное исследование было проведено с технической поддержкой ПАО «Эфферон».

Disclosure. This pilot study was conducted with technical support from PJSC Efferon.

Вклад авторов. Все авторы в равной степени участвовали в разработке концепции статьи, получении и анализе фактических данных, написании и редактировании текста статьи, проверке и утверждении текста статьи.

Author contribution. All authors according to the ICMJE criteria participated in the development of the concept of the article, obtaining and analyzing factual data, writing and editing the text of the article, checking and approving the text of the article.

Этическое утверждение. Проведение исследования было одобрено локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО «Кубанский государственный медицинский университет» (Протокол № 120 от 30.05.2023).

Ethics approval. This study was approved by the local Ethical Committee of Kuban State Medical University (reference number: 120–30.05.2023).

Информация о финансировании. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

Декларация о наличии данных. Данные, подтверждающие выводы этого исследования, можно получить у корреспондирующего автора по обоснованному запросу.

Data Availability Statement. The data that support the findings of this study are available from the corresponding author upon reasonable request.

ORCID авторов:

Высоцкий О.В. — 0000-0002-4152-8595

Синьков С.В. — 0000-0003-4483-4077

Литература/References

[1] *Ревишвили А.Ш., Кубышкин В.А., Затевахин И.И. и др.* Острый панкреатит. Клинические рекомендации. Версия январь 2025. Дата обращения: 31.08.2025. Доступно по: https://cr.minzdrav.gov.ru/preview-cr/903_1 [*Revishvili A.Sh., Kubyshkin V.A., Zatevakhin I.I., et al.* Acute pancreatitis. Clinical Guidelines. January 2025 version. Accessed 31.08.2025. Available at: https://cr.minzdrav.gov.ru/preview-cr/903_1 (In Russ)]

[2] *Ревишвили А.Ш., Оловянный В.Е., Гогия Б.Ш. и др.* Хирургическая помощь в Российской Федерации. Информационно-аналитический сборник за 2024 год, М., 2025. 192 с. [*Revishvili A.Sh., Olovyanny V.E., Gogia B.Sh., et al.* Surgical care in the Russian Federation. Information and analytical collection for 2024. M., 2025. 192 p. (In Russ)]

[3] *Banks P.A., Bollen T.L., Dervenis C., et al.* Classification of acute pancreatitis — 2012: revision of the Atlanta classification and definitions by international consensus. Gut. 2013; 62(1): 102–11. DOI: 10.1136/gutjnl-2012-302779

[4] *Harrison D.A., D'Amico G., Singer M.* The pancreatitis outcome prediction (POP) score: a new prognostic index for patients with severe acute pancreatitis. Crit Care Med. 2007; 35(7):1703–8. DOI: 10.1097/01.CCM.0000269031.13283.C8

[5] *Padhan R.K., Jain S., Agarwal S., et al*. Primary and Secondary Organ Failures Cause Mortality Differentially in Acute Pancreatitis and Should be Distinguished. Pancreas. 2018; 47(3): 302–7. DOI: 10.1097/MPA.0000000000000998

[6] *Киселев В.В., Жигалова М.С., Рей С.И. и др*. Эффективность гемосорбции цитокинов с помощью устройства EfferonCT при тяжелом остром панкреатите. Общая реаниматология. 2024; 20(4): 23–9. [*Kiselev V.V, Zhigalova M.S., Rey S.I., et al.* Efficacy of Cytokine Hemoadsorption with Efferon CT in Severe Acute Pancreatitis. General Reanimatology. 2024; 20(4): 23–9. (In Russ)] DOI: 10.15360/1813-9779-2024-4-23-29

[7] *Мусселиус С.Г*. Синдром эндогенной интоксикации при неотложных состояниях. М.: БИНОМ, 2008, 200 с. [*Musselius S.G.* Endogenous intoxication syndrome in emergency situations. M.: BINOM; 2008, 200 p. (In Russ)]

[8] *Власов А.П., Крылов В.Г., Григорьева Т.И. и др.* Коррекция синдрома эндогенной интоксикации при остром панкреатите. Хирургия 2010; 5: 60–4. [*Vlasov A.P., Krylov V.G., Grigor'eva T.I., et al.* Correction of endogenous intoxication syndrome in acute pancreatitis. Pirogov Russian Journal of Surgery. 2010; 5: 60–4. (In Russ)]

[9] *Проценко Д.Н., Цветков Д.С., Шифман Е.М.* Тактика инфузионной терапии у пациентов с острым деструктивным панкреатитом: обзорная статья. Вестник интенсивной терапии им. А.И. Салтанова. 2024; 2: 94–106. [*Protsenko D.N., Tsvetkov D.S., Shifman E.M.* Tactics

of infusion therapy in patients with acute destructive pancreatitis: a narrative review. Annals of Critical Care. 2024; 2: 94–106. (In Russ)] DOI: 10.21320/1818-474X-2024-2-94-106

[10] *Li Q., Wang C., Tang C., et al*. Bacteremia in patients with acute pancreatitis as revealed by 16S ribosomal RNA gene-based techniques. Crit Care Med 2013; 41: 1938–50. DOI: 10.1097/CCM.0b013e31828a3dba

[11] *Wang X., Gong Z., Wu K., et al.* Gastrointestinal dysmotility in patients with acute pancreatitis. J. Gastroenterol. Hepatol. 2003; 18(1): 57–62. DOI: 10.1046/j.1440-1746.2003.02898.x

[12] *Van Felius I.D., Akkermans L.M., Bosscha K., et al.* Interdigestive small bowel motility and duodenal bacterial overgrowth in experimental acute pancreatitis. Neurogastroenterol. Motil. 2003; 15(3): 267–76. DOI: 10.1046/j.1365-2982.2003.00410.x

[13] *Ge P., Luo Y., Okoye C.S., et al.* Intestinal barrier damage, systemic inflammatory response syndrome, and acute lung injury: A troublesome trio for acute pancreatitis. Biomed Pharmacother. 2020; 132: 110770. DOI: 10.1016/j.biopha.2020.110770

[14] *Масолитин С.В., Проценко Д.Н., Тюрин И.Н. и др*. Динамика маркеров системного эндотоксикоза у пациентов с грамотрицательным септическим шоком на фоне применения ранней комбинированной экстракорпоральной детоксикации: проспективное мультицентровое исследование. Вестник анестезиологии и реаниматологии. 2024; 21(1): 35–45. [*Masolitin S.V., Protsenko D.N., Tyurin I.N., et al*. Dynamics of markers of systemic endotoxicosis in patients with gram-negative septic shock during the use of early combined extracorporal detoxification: a prospective multicentric study. Messenger of Anesthesiology and Resuscitation. 2024; 21(1): 35–45. (In Russ)] DOI: 10.24884/2078-5658-2024-21-1-35-45

[15] *Jarczak D., Kluge S., Nierhaus A.* Sepsis-Pathophysiology and Therapeutic Concepts. Front Med (Lausanne). 2021; 8: 628302. DOI: 10.3389/fmed.2021.628302

[16] *Ким Т.Г., Проценко Д.Н., Магомедов М.А. и др*. Динамика уровня активности эндотоксина и концентрации цитокинов в крови у пациентов с септическим шоком и острым повреждением почек при применении различных методов экстракорпоральной детоксикации. Анестезиология и реаниматология. 2022; 5: 36–45. [*Kim T.G., Protsenko D.N., Magomedov M.A., et al*. Dynamics of endotoxin activity and cytokine concentration in patients with septic shock and acute kidney injury undergoing various methods of extracorporeal detoxification. Russian Journal of Anaesthesiology and Reanimatology. 2022; 5: 36–45. (In Russ)] DOI: 10.17116/anaesthesiology202205136

[17] *Werge M., Novovic S., Schmidt P.N., et al*. Infection increases mortality in necrotizing pancreatitis: A systematic review and meta-analysis. Pancreatology. 2016; 16(5): 698–707. DOI: 10.1016/j.pan.2016.07.004

[18] *Масолитин С.В., Проценко Д.Н., Тюрин И.Н. и др.* Оценка применения комбинированной экстракорпоральной детоксикации у пациентов с тяжелым острым панкреатитом: ретроспективное когортное исследование. Вестник интенсивной терапии им. А.И. Салтанова. 2023; 3: 108–21. [*Masolitin S.V., Protsenko D.N., Tyurin I.N., et al*. Evaluation of the use of combined extracorporeal detoxification in patients with severe acute pancreatitis: a retrospective cohort study. Annals of Critical Care. 2023; 3: 108–21. (In Russ)] DOI: 10.21320/

[19] *Магомедов М.А., Ким Т.Г., Масолитин С.В. и др.* Использование сорбента на основе сверхсшитого стиролдивинилбензольного сополимера с иммобилизованным ЛПС-селективным лигандом при гемоперфузии для лечения пациентов с септическим шоком. Общая реаниматология. 2020; 16(6): 31–53. [*Magomedov M.A., Kim T.G., Masolitin S.V., et al.* Use of Sorbent Based on Hypercrosslinked Styrene-Divinylbenzene Copolymer with Immobilized LPS-Selective Ligand in Hemoperfusion for Treatment of Patients With Septic Shock. General Reanimatology. 2020; 16(6): 31–53. (In Russ)] DOI: 10.15360/1813-9779-2020-6-31-53

[20] *Рей С.И., Кулабухов В.В., Попов А.Ю., и др*. Динамика дисфункции органов и маркеров воспаления у пациентов с септическим шоком во время мультимодальной гемокоррекции: многоцентровое рандомизированное контролируемое исследование. Вестник интенсивной терапии им. А.И. Салтанова. 2023; 4: 60–71. [*Rey S.I., Kulabukhov V.V., Popov A.Y., et al.* Dynamics of organ dysfunction and inflammation markers in patients with septic shock during multimodal hemocorrection: a multicenter, randomized, controlled study. Annals of Critical Care. 2023; 4: 60–71. (In Russ)] DOI: 10.21320/1818-474X-2023-4-60-71.

[21] *Mu T., Yin S., Pu R., Yang X., Mai C.* Clinical efficacy of continuous blood purification (CBP) in the treatment of severe acute pancreatitis with multiple organ dysfunction syndrome (MODS): A retrospective study. Medicine (Baltimore). 2025; 104(43): e45316. DOI: 10.1097/MD.0000000000045316

[22] *Rasch S., Sancak S., Erber J., et al*. Influence of extracorporeal cytokine adsorption on hemodynamics in severe acute pancreatitis: Results of the matched cohort pancreatitis cytosorbents inflammatory cytokine removal (PACIFIC) study. Artif Organs. 2022; 46(6): 1019–26. DOI: 10.1111/aor.14195

[23] *Saullo P., Caronna R., Angelici A.M., et al*. Value of Continuous Hemofiltration in Patients with Severe Acute Pancreatitis at Onset: Single Centre Experience on 48 Patients. J Clin Med. 2025; 14(18): 6647. DOI: 10.3390/jcm14186647