

Верхневолжский медицинский журнал. 2026; 25(3): 9-12
Upper Volga Medical Journal. 2026; 25(3): 9-12
УДК 616.61-008.64-02:616-001.4]:615.38-036.8

АНАЛИЗ ВЫЖИВАЕМОСТИ РАНЕНЫХ С ОСТРЫМ ПОРАЖЕНИЕМ ПОЧЕК ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЭКСТРАКОРПОРАЛЬНОЙ ГЕМОКОРРЕКЦИИ НА ВТОРОМ ЭТАПЕ ЭВАКУАЦИИ

Д. К. Фуфачев, Р. А. Можейко, А. М. Данилов, А. О. Федотов, Ю. И. Бровко

ФГКУ «39 Отдельный медицинский отряд (аэромобильный) ВДВ» МО РФ,
г. Тула, Россия

Аннотация. На основе анализа клинико-лабораторных данных и исходов течения ранений, сопровождающихся острым повреждением почек, обоснована целесообразность использования аппарата экстракорпоральной гемокоррекции для острого гемодиализа/острой гемодиафильтрации в госпиталях второго уровня. Полученные данные убедительно свидетельствуют о необходимости включения острой заместительной почечной терапии в перечень обязательных манипуляций в госпиталях второго уровня для повышения выживаемости тяжелораненых бойцов с острым повреждением почек.

Ключевые слова: раненые, острое повреждение почек, экстракорпоральная гемокоррекция

Для цитирования: Фуфачев Д.К., Можейко Р.А., Данилов А.М., Федотов А.О., Бровко Ю.И. Анализ выживаемости раненых с острым повреждением почек при использовании экстракорпоральной гемокоррекции на втором этапе эвакуации. Верхневолжский медицинский журнал. 2026; 25(3): 9-12.

SURVIVAL ANALYSIS OF WOUNDED PATIENTS WITH ACUTE KIDNEY INJURY USING EXTRACORPOREAL HEMOCORRECTION AT THE SECOND STAGE OF EVACUATION

D. K. Fufachev, R. A. Mozheiko, A. M. Danilov, A. O. Fedotov, Yu. I. Brovko

«39 Separate Medical Detachment (Airmobile) Airborne Forces» Tula, Russia

Abstract. Based on an analysis of clinical and laboratory data and the outcomes of wounds associated with acute kidney injury, the feasibility of using the extracorporeal hemocorrection device for acute hemodialysis/acute hemodiafiltration in secondary hospitals is substantiated. The data obtained convincingly support the inclusion of acute renal replacement therapy in the list of mandatory procedures in secondary hospitals to improve the survival of seriously wounded soldiers with acute kidney injury.

Key words: wounded, acute kidney injury, extracorporeal hemocorrection

For citation: Fufachev D.K., Mozheiko R.A., Danilov A.M., Fedotov A.O., Brovko Yu.I. Survival analysis of wounded patients with acute kidney injury using extracorporeal hemocorrection at the second stage of evacuation. Upper Volga Medical Journal. 2026; 25(3): 9-12.

Введение

Тяжесть травм, в том числе боевых, негативные риски их последствий, прогноз и перспективы исходов зачастую обусловлены вовлеченностью структурных элементов паренхиматозного органа или систем органов. Известно, что клинические проявления сочетанных или изолированных повреждений органов-мишеней во многом зависят от состояния их морфологических структур до получения травм.

Функциональные нарушения в каждом случае индивидуальны, а скорость их восстановления предопределена темпами активации компенсаторных механизмов, в том числе, механизма почечной фильтрации. Почечная функциональная активность болезненнее всего реагирует на травматический (гиповолемический) шок, в острой фазе которого гиповолемия и гипоперфузия угнетают процесс фильтрации, выступая в качестве преренальной причины острого по-

вреждения почек (ОПП) [1]. Немаловажное значение имеют характер ранящего предмета, объем и локализация повреждений в контексте развития синдрома позиционного сдавления с повреждением паренхимы почек (ренальные причины ОПП). Вследствие развивающейся эндотоксинемии и системной дисфункции выделительной системы на фоне угнетения компенсаторных механизмов прогрессивно нарастают явления сердечно-сосудистой, дыхательной недостаточности, эндотоксикоза с высоким риском летального исхода. При этом запускаются реакции цитокинового воспаления, происходит снижение экскреции продуктов распада [2].

Анализ предикторов летального исхода у лиц с ОПП в критическом состоянии дал основание акцентировать внимание на динамику эндотоксинемии, гиперкалиемии, гиперазотемии, метаболического ацидоза для поиска методов профилактики прогнозируемых, жизнеугрожающих осложнений.

Оценка функциональных сдвигов, predisпо- нияющих летальные исходы, основана, прежде всего, на динамике гиперкалиемии как непосредственно по уровню калия, так и по скорости прироста его содержания. При этом установлена прямая зависимость агрессивных аритмий, нередко завершавшихся остановкой сердца, с концентрации калия в крови.

Гиперкалиемию по степени выраженности подразделяют на 3 категории: легкую (5,5–6,0 ммоль/л); умеренную (6,1–6,9 ммоль/л) и тяжелую (>7,0 ммоль/л) [1]. В клинической практике выделяют угрожающую жизни гиперкалиемию (>6,5 ммоль/л и/или наличие характерных ЭКГ-признаков) и не угрожающую жизни гиперкалиемию (<6,5 ммоль/л и/или отсутствие характерных ЭКГ-признаков).

При прогрессировании гиперкалиемии изменения на ЭКГ чаще всего регистрируют в следующей последовательности [1]:

- появление высоких, узких и заостренных положительных зубцов Т (калий 6–7 ммоль/л), укорочение интервала QT;
- расширение или отсутствие зубца Р, расширение комплекса QRS (калий 7–8 ммоль/л);
- слияние комплекса QRS с зубцом Т - синусоидальный QRS (калий 8–9 ммоль/л);
- атриовентрикулярная блокада, желудочковая тахикардия/фибрилляция (калий > 9 ммоль/л).

Корреляционная зависимость летальности и повышенного уровня креатинина в крови, вероятно, predisпо- делена степенью фильтрационной и сорбционной дисфункции, скоростью декомпенсации почечной недостаточности (острая vs хроническая), наличием сопутствующих заболеваний. При гиперкреатининемии (более 500 мкмоль/л) в сочетании с анурией летальность в отделении реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ) без заместительной почечной терапии (ЗПТ) достигает 50-60% [3].

Боевая травма отличается от травмы мирного времени наличием полиорганных повреждений, выраженностью явлений шока, массивным распадом тканей, высоким риском гиперкалиемии и гиперкреатининемии вследствие острого повреждения почек, рабдомиолиза и метаболических нарушений. При боевой травме риски развития ОПП существенно выше и обусловлены множеством факторов. В их числе как прerenальные причины (гиповолемический шок, сепсис, тромбоэмболия легочной артерии, тампонада сердца), так ренальные (рабдомиолиз, массивный гемолиз, ишемические изменения при шоке, сепсисе) и постренальные (травма мочевыводящих путей, обструкция гематомой, инородным телом). В отличие от причин ОПП мирного времени, где первое место занимают прerenальные причины (около 50% всех случаев), при боевой травме основную роль играют ренальные факторы (40-50% всех случаев) и их сочетания.

Цель исследования: обосновать целесообразность использования аппарата экстракорпоральной гемокоррекции для острого гемодиализа/острой гемодиализации при критическом повреждении почек в госпиталях второго уровня.

Материал и методы исследования

В настоящем исследовании проанализирована динамика клинических и лабораторных показателей у пациентов, находившихся в ОРИТ с полиорганной

недостаточностью, в том числе с острым повреждением почек, анурией. Было сформировано две группы обследованных.

В первую группу вошли 20 пациентов, которым в соответствии с клиническими рекомендациями была показана и целесообразна ЗПТ (рефрактерная к медикаментозной терапии гипергидратация, гиперкалиемия свыше 6,5 ммоль/л, симптомы уремической интоксикации, тяжелый метаболический ацидоз с $pH < 7,15$), но в силу объективных обстоятельств не выполнена. Во вторую группу вошли пациенты с аналогичными клиническими критериями и которым был выполнен сеанс экстракорпоральной гемокоррекции в формате острого гемодиализа/острой гемодиализации.

У всех пациентов по классификации KDIGO (анурический вариант) регистрировали острое повреждение почек 3-й степени. К дате планируемой эвакуации на следующий этап пациенты обеих групп были нетранспортабельны в виду нестабильности гемодинамики.

Лабораторные исследования проводились на газоанализаторе EDAN i15, биохимическом анализаторе Mindray BS-230, автоматическом гематологическом анализаторе Mindray BC-3600, коагулометре Technology Solution 60. Применен аппарат экстракорпоральной гемокоррекции Fresenius 5008S, мобильная водоподготовка фирмы Медиана-Фильтр 2М29.

Анамнестические данные большинства обследованных установить было невозможно ввиду тяжести состояния. Клиническое исследование включало определение наличия отеков как маркера задержки жидкости, темпа диуреза, гидробаланса за время наблюдения. Оценивалась динамика уровня креатинина сыворотки крови, мочи, электролитного состава (калия, натрия).

Методика экстракорпоральной гемокоррекции включала гемодиализ (ГД), гемодиализацию (ГДФ) с постдиализацией. Манипуляцию выполняли после установки двухпросветного диализного катетера, по возможности в правую яремную вену. Профилактику тромбоза контура и диализатора осуществляли гепарином, вводимым через перфузор со скоростью 2000 Ед/ч. Пациентам с тяжелой коагулопатией и противопоказаниями к назначению антикоагулянтов дозу гепарина снижали до 1000 Ед/ч с последующей обработкой безгепариновым диализатом контура и мембраны диализатора.

При нестабильности гемодинамики у большей части раненых инициацию ЗПТ проводили со снижением скорости кровотока (около 200 мл/мин) и увеличением времени процедуры с 2-х часов до 4-х. Продолжительность повторных сеансов варьировала от 4-х до 6-ти часов при скорости кровотока 200-350 мл/мин. Объем жидкости, который удаляли разово, не превышал 2000 мл. В качестве диализатора использовали диализаторы high-flux для процедуры ГДФ с постдиализацией, и диализаторы low-flux для процедуры гемодиализа.

Полученные данные оценены в рамках описательной статистики, непараметрического и корреляционного анализа. Построены четырехпольные таблицы и проведен их анализ: рассчитаны критерии χ^2 Пирсона с поправкой Йейтса, коэффициент сопряженности Пирсона (C) для четырехпольных таблиц и оценена

сила корреляционной связи по шкале Чеддока. Расчёты проводились при помощи программ Microsoft Excel®, IBM SPSS® Statistics и онлайн-калькуляторов, сайтов <http://app.statca.com>, <http://medstatistic.ru>, <http://www.sememstr.ru>.

Результаты исследования и обсуждение

Формированию группы способствовал ретроспективный анализ летальных исходов, причиной которых стало развитие полиорганной недостаточности, преобладающим компонентом которой была сердечно-сосудистая, почечная и дыхательная недостаточность вследствие эндотоксинемии, гиперволемии, метаболического ацидоза и дизэлектrolитемии.

В обеих группах состояние пациентов при поступлении анализировали по данным Шкалы полиорганной недостаточности SOFA и Шкалы оценки тяжести состояния пациента в отделениях реанимации и интенсивной терапии АРАСНЕ II, результаты средних значений представлены в таблице 1.

Таблица 1. Тяжесть состояния пациентов и лабораторные показатели при поступлении

Table 1. Severity of patients' condition and laboratory parameters upon admission

Группы пациентов	Параметры состояния пациентов, средние значения				
	Шкала SOFA, баллы	Шкала АРАСНЕ II, баллы	Креатинин сыворотки крови, ммоль/л	Мочевина крови, ммоль/л	К+ крови, ммоль/л
I группа	9,9	23,8	480,4	18,9	6,5
II группа	9,7	17,3	491,3	28,6	5,6

Пациентам второй группы было выполнено от 1-го до 4-х сеансов ЗПТ до стабилизации состояния (нормализация гемодинамических и лабораторных показателей). После выполнения процедуры уровень креатинина в среднем снизился на 21,7% от исходного, мочевины — на 28,6%, калия — на 9,0%. Летальность регистрировали на уровне 34%.

После проведённого курса ЗПТ 66% пациентов эвакуированы в состоянии, не требующем катехоламиновой поддержке или с минимальной потребностью (норадреналин менее 0,3 мкг/кг/мин). Динамика лабораторных показателей до и после процедуры отображена в таблице 2.

Таблица 2. Динамика лабораторных показателей пациентов второй группы после заместительной почечной терапии

Table 2. Dynamics of laboratory parameters of patients in the second group after renal replacement therapy

Параметры Состояния	Лабораторные показатели пациентов, средние значения					
	Креатинин сыворотки крови, ммоль/л		Мочевина крови, ммоль/л		К+ крови, ммоль/л	
	До ЗПТ	После ЗПТ	До ЗПТ	После ЗПТ	До ЗПТ	После ЗПТ
Уровень	491,3	389,1	28,6	20,4	5,6	5,1
Снижение уровня, %	20,7		28,6		9,0	

В рамках корреляционного анализа была оценена справедливость гипотезы о положительном влиянии ЗПТ у раненых с ОПН. С этой позиции процедуры ГД и ГДФ рассмотрены как метод, способствующий выживаемости пациента до перевода на следующий этап эвакуации, т.е. стабилизации состояния. Была

построена четырёхпольная таблица сопряжённости (табл. 3) и рассчитаны критерии χ^2 Пирсона с поправкой Йейтса (в связи с малочисленностью выборки), критерий ϕ Юла, критерий V Крамера и критерий К Чупрова, коэффициент сопряжённости Пирсона (C), представленные в таблице 4.

Таблица 3. Четырёхпольная таблица оценки гемодиализа как фактора выживаемости пациента до этапа дальнейшей эвакуации

Table 3. Four-field table for assessing hemodialysis as a factor in patient survival up to the stage of further evacuation

Фактор	Событие		Всего
	Выжившие и эвакуированные	Умершие	
Гемодиализ проводился	6	3	9
Гемодиализ не проводился	0	20	20
Итого	6	23	29

Таблица 4. Значимость различий и сила связи исхода в зависимости от воздействия фактора риска

Table 4. Significance of differences and strength of association of outcome depending on risk factor exposure

Название критерия	Значение	P
χ^2 Пирсона	16,8116	0,0001
χ^2 с поправкой Йейтса	12,9943	0,0003
Критерии оценки силы связи между фактором риска и исходом		
Название критерия	Значение r	Сила связи
ϕ Юла	0,7614	Сильная
V Крамера	0,7614	Сильная
К Чупрова	0,7614	Сильная
Коэффициент сопряженности C Пирсона	0,6058	Сильная

Примечание: сила связи указана по шкале Чеддока.

Полученные результаты согласуются с гипотезой: выявлена сильная корреляционная связь с высокой степенью статистической значимости ($p < 0,01$), что позволяет признать проведение ГД и ГДФ фактором, способствующим выживаемости пациента до перевода его на следующий этап эвакуации.

Однако при подобном сравнении можно получить ложноположительный результат, если в группе сравнения пациенты были в более тяжёлом состоянии. С целью исключения данного искажения нами проведено сравнение группы исследования по баллам шкалы SOFA. Для этого в рамках непараметрического анализа проведён расчёт U-критерия Манна-Уитни.

Критерий Манна-Уитни для данных групп ($U=78,5$, $p=0,604$) значительно больше приемлемого уровня значимости для биологических систем, следовательно, различия статистически не значимы. Данный результат свидетельствует о равнозначности исследовательской группы и группы сравнения по баллам шкалы SOFA, что можно принять как признак идентичной тяжести состояния пациентов, включённых в их состав.

Диагностика ОПП определяется следующими критериями: анурия более 12 часов и/или увеличение креатинина более чем в 3 раза либо увеличение креатинина сверх 356 ммоль/л. Также оцениваются наличие угрожающей гиперкалиемии (концентрация калия более 6,5 ммоль/л), тяжёлых электролитных

и метаболических расстройств (уремическая интоксикация, ацидоз), сердечной недостаточности вследствие перегрузки объемом, диализуемых ядов. Уровень креатинина свыше 500 мкмоль/л (≈ 6 мг/дл) является критическим, требует немедленной коррекции посредством диализа по схеме лечения острой почечной недостаточности или хронической болезни почек 5 ст.

В связи с высоким риском фатальных аритмий клинически значимую гиперкалиемию необходимо корректировать в соответствии с принципами неотложной терапии (кальция хлорид 10% по 10,0 или кальция глюконат 10% по 30,0; глюкозо-инсулиновая смесь — инсулин короткого действия 10 Ед в/в с раствором глюкозы 25-50,0; катион-обменные смолы — полистиролсульфонат натрия или полистиролсульфонат кальция по 15,0 перорально/ректально 1-4 раза/сут, ЗПТ) [1].

Для снижения летальности, нивелирования жизнеугрожающих осложнений, которые нередки в госпиталях 2-го уровня, а также вследствие непредсказуемости сроков эвакуации, целесообразно проведение гемокоррекции аппаратами ЗПТ, что обосновано их высокой эффективностью. Манипуляция отличается простотой проведения, элементарным обслуживанием аппарата и выполняема при наличии мобильной водоподготовки и доступности расходных материалов (контуры, фильтры, кислотные концентраты). Относительные сложности по их использованию могут быть обусловлены невозможностью лабораторного мониторинга газового и электролитного состава крови, биохимических показателей, коагулограммы, прокальцитонина, что желательнее для эффективного анализа клинических данных в динамике. Принципиальным нюансом сеанса ЗПТ при грамм-отрицательном сепсисе является определение уровня эндотоксина и наличие колонки для LPS-сорбции.

Заключение

Летальность у раненых обусловлена агрессивно прогрессирующей травматической болезнью, полиорганной недостаточностью, явлениями сепсиса, гиперкалиемии, гиперкреатининемии и их несвоевременной коррекцией. Безусловными факторами риска летального исхода у раненых являются рабдомиолиз, шок и острая почечная недостаточность.

Проведение заместительной почечной терапии при наличии аппарата экстракорпоральной гемокоррекции (аппарата гемодиализа) снижает летальность у тяжелых и крайне тяжелых пациентов с развившимся острым повреждением почек.

Полученные данные убедительно свидетельствуют о необходимости включения острой заместительной почечной терапии в перечень манипуляций для обязательного использования в госпиталях 2-го уровня с целью повышения выживаемости тяжелораненых бойцов с острым повреждением почек.

Список источников

1. Клинические рекомендации. Острое повреждение почек (ОПП); 2020. — URL: https://rusnephrology.org/wp-content/uploads/2020/12/AKI_final.pdf (дата обращения: 11.03.2026).
2. Смирнов А.В., Добронравов В.А., Румянцев А.П., Каюков И.Г. Острое повреждение почек. Москва: Мед. информ. агентство (МИА). 2015: 488.
3. Waikar S.S., Bonventre J.V. Creatinine kinetics and the definition of acute kidney injury. J Am Soc Nephrol. 2009; 20(3): 672-679. doi: 10.1681/ASN.2008070669

За персональной информацией об авторах статьи и контактах обращаться в редакцию Верхневолжского медицинского журнала ФГБОУ ВО Тверской ГМУ Минздрава России; 170100, Тверь, ул. Советская, д. 4; djoulai@mail.ru

Поступила в редакцию / The article received 26.03.2026.

Принята к публикации / Was accepted for publication 10.09.2026.