

Заместительно-почечная терапия у пациентов в критическом состоянии

А. А. Александровский^{1,2}, В. С. Суряхин^{2,3}, А. В. Саликов², С. А. Раутбарт²,
Д. М. Махмудов¹, А. В. Гейзе¹

¹ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр хирургии имени А. В. Вишневского», Москва

²ГБУЗ «Городская клиническая больница имени В. М. Буянова Департамента здравоохранения города Москвы», Москва

³ГБУ «Научно-исследовательский институт организации здравоохранения и медицинского менеджмента Департамента здравоохранения города Москвы», Москва

РЕЗЮМЕ

Острое повреждение почек (ОПП), особенно если оно вызвано или сопровождается сепсисом, связано с длительной госпитализацией, прогрессированием хронической болезни почек (ХБП), финансовой нагрузкой на систему здравоохранения и повышает уровень смертности при различных нозологиях. Продленная заместительная почечная терапия (ПЗПТ) является преобладающей формой заместительной почечной терапии (ЗПТ) в отделениях реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ) за счет обеспечения гемодинамической стабильности у пациентов в критическом состоянии, более точному контролю жидкостного баланса, коррекции сдвигов кислотно-основного состояния, электролитных нарушений и стабильной коррекции гиперосмолярности, в том числе и у полиморбидных пациентов.

В этой статье рассматриваются различные аспекты назначения ПЗПТ пациентам в критическом состоянии с тяжелым ОПП на фоне высокой коморбидности, а также у пациентов с сепсисом и полиорганной недостаточностью. Проводится аналитическая оценка выбора ПЗПТ вместо прерывистого/интермиттирующего гемодиализа (П/ИГД) при определенных клинических условиях. Оценивается срок службы фильтра/диализатора, включая оценку фильтрационной фракции, использование вариантов антикоагуляции, включая регионарную цитратную антикоагуляцию (РЦА), назначенная и доставленная доза ПЗПТ, управление сосудистым доступом, общие критерии время начала и прекращения ПЗПТ и инициации заместительной почечной терапии при внепочечных показаниях, при ОПП и/или сепсисе.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: острое повреждение почек, хроническая болезнь почек, коморбидность, критическое состояние, сепсис, продленная заместительная почечная терапия, антикоагулянты, сосудистый доступ.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Renal replacement therapy in critical ill patients

A. A. Aleksandrovskiy^{1,2}, V. S. Suryakhin^{2,3}, A. V. Salikov², S. A. Rautbart²,
D. M. Makhmudov¹, A. V. Geise¹

¹National Medical Research Center for Surgery named after A. V. Vishnevskiy, Moscow, Russia

²City Clinical Hospital named after V. M. Buyanov Department of Health Care of the City of Moscow, Moscow, Russia

³Research Institute of Healthcare Organization and Medical Management of the Moscow Health Department, Moscow, Russia

SUMMARY

Acute kidney injury (AKI), especially when caused or accompanied by sepsis, is associated with prolonged hospitalization, progression of chronic kidney disease (CKD), financial burden on the health care system, and increases mortality in various entities. Extended renal replacement therapy (CRRT) is the predominant form of renal replacement therapy (RRT) in intensive care units (ICU) by providing hemodynamic stability in critically ill patients, more precise control of fluid balance, correction of acid-base imbalances, electrolyte disorders and achieving a stable level of osmolality correction, including in multimorbid patients. This article examines the various aspects of CRRT in critically ill patients with severe AKI with high comorbidity, as well as in patients with sepsis and multiple organ failure. An analytical evaluation of the choice of CRRT over intermittent/intermittent hemodialysis (IHD) in selected clinical settings is being conducted. Filter/dialyzer life is assessed, including assessment of filtration fraction, use of anticoagulation options including regional citrate anticoagulation (RCA), dose of CRRT prescribed and delivered, vascular access management, general criteria, timing of initiation and cessation of CRRT, and initiation of renal replacement therapy for non-renal indications, with AKI and/or sepsis.

KEYWORDS: acute kidney injury, chronic kidney disease, comorbidity, critical ill patient, sepsis, continuous renal replacement therapy, anticoagulants, vascular access

CONFLICT OF INTEREST. The authors declare no conflict of interest.

Список сокращений:

ОПП – острое повреждение почек

ОБП – острая болезнь почек

ХБП – хроническая болезнь почек

ПЗПТ – продленная заместительная почечная терапия

ЗПТ – заместительная почечная терапии

ОРИТ – отделение реанимации и интенсивной терапии

SCUF – медленная непрерывная ультрафильтрация

CVVH – непрерывная вено-венозная гемофильтрация

CVVHD – непрерывный вено-венозный гемодиализ
CVVHDF – продленная вено-венозная гемодиализация
П/ИГД – прерывистый/интермиттирующий гемодиализ
РЧА – регионарная цитратная антикоагуляция
APACHE II – прогноз летальности у пациентов в ОРИТ (шкала оценки острых физиологических расстройств и хронических нарушений состояния)
SOFA – шкала последовательной оценки органной недостаточности
NIHSS – National Institutes Of Health Stroke Scale (шкала инсульта национального института здоровья) для оценки неврологического статуса, локализации инсульта
ADQI – Acute Dialysis Quality Initiative (инициативная группа для улучшения качества острого диализа)
AKIN – Acute Kidney Injury Network (инициативная группа по улучшению

исходов лечения острого повреждения почек)
RIFLE – классификация острого повреждения почек предложенная в 2004 группой ADQI, Risk-Injury-Failure-Loss-Endstage renal disease (Риск-Повреждение-Недостаточность-Потеря функции-Конечная стадия болезни почек)
SpO₂ – сатурация крови (процентное содержание в крови гемоглобина, насыщенного кислородом.)
ИМТ – индекс массы тела
СКФ – скорость клубочковой фильтрации
CKD-EPI 2021 – Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration Formula – формула для расчет скорости клубочковой фильтрации
ЭКГ – электрокардиограмма
КОС – кислотно-основное состояние
СРБ – С-реактивный белок

Актуальность

Лечение пациентов в критическом состоянии становится все более сложным, с учетом старения населения и увеличением числа пациентов с большим количеством сопутствующей соматической патологии и возрастных изменений. Все чаще данные условия накладываются на критические состояния. Технологические и фармакологические достижения позволили этим сложным пациентам повысить шансы на успешное преодоление критических ситуаций. Действительно, современные технологии жизнеобеспечения в критических состояниях позволили врачам интенсивной терапии если не управлять, то значительно влиять на течение, ранее потенциально некурабельных, клинических состояний различными способами. Среди данных методик широкое распространение получила заместительная почечная терапия [1–3, 65, 66]. Стоит отдельно отметить, что применение ЗПТ направленной на коррекцию гомеостаза пациентов с изолированным ОПП, как часть протективной терапии полиорганной недостаточности является неотъемлемой частью интенсивной терапии на современном этапе. Следует сказать, что ОПП рассматривается intensivистами не как самостоятельная нозологическая форма, а скорее как гетерогенный синдром с многочисленными, часто взаимосвязанными, этиологическими факторами. Согласно анализу структуры заболеваемости, ОПП поражает до 25 % пациентов отделения интенсивной терапии, ассоциированный уровень смертности варьируется от 15 % до 60 % [4–8]. Согласно данным мультинационального исследования AKI-EPI [9], в ОРИТ ОПП развивается в 57,3 % случаев, с госпитальной летальностью – 26,9 %, с формированием ХБП – 47,7 %. У пациентов без ОПП летальность значительно ниже и составляет не более 7,2 %. Прогрессирование ОПП в ХБП отмечается у 14,8 % пациентов. По данным зарубежных авторов [10], у 13,8 % больных с ОПП, которым потребовалось проведение ЗПТ, после выписки из стационара в последующем имело место терминальная стадия ХБП и появилась необходимость в проведении программного гемодиализа (ГД), через 2 года их число увеличилось до 19 %, через 3 года – до 28,1 %.

На начальных этапах формирования объективных критериев ОПП международная инициативная группа по качеству острого диализа (Группа ADQI) [11] определила ОПП как резкое снижение функции почек, не ограничивающиеся олигурией или анурией. Группа ADQI подчеркивает, что ОПП лучше всего рассматривать

как последовательный и этапный процесс повреждения почек, при наиболее тяжелых формах которого требуется проведение ЗПТ. Согласно современным представлениям, синдром ОПП может включать пациентов с традиционно «нормальными» почечными показателями, но с функциональными нарушениями относительно физиологических требований для поддержаний гомеостаза [12]. Невзирая на то, что существует широкое понимание того, что требуются более чувствительные и специфичные биомаркеры для диагностики ОПП, на данном этапе, сохраняют свое значение «стандартные оценочные критерии», которые имеют широкое распространение. В основе базовой модели диагностических критериев ОПП находятся изменения сывороточного креатинина и диуреза [11, 13–15]. Дальнейшая эволюция взглядов на ОПП привела к повторной оценке данной проблемы группой ADQI и обновлению рекомендаций, [16], в которых продемонстрировано влияние ОПП на снижение общей выживаемости и связанное с тяжестью ОПП ухудшение прогноза [17–19]. Даже легкое, обратимое, ОПП может увеличить риск летального исхода и создать условия для длительной необходимости диализа [20–25]. Кроме того, ОПП увеличивает долгосрочный риск сердечно-сосудистых заболеваний и хронических заболеваний почек [26, 27]. На основании этих фактов интерес к наиболее раннему выявлению и предотвращению ОПП вполне объясним [28–30].

ОПП, связанное с сепсисом, заслуживает особого упоминания, поскольку сепсис является наиболее важным фактором риска при определении необходимости в ЗПТ по так называемым «внепочечным показаниям» [31, 67–69]. Bagshaw et al. сообщили ранее о заболеваемости ОПП 42 % в австралийской когорте пациентов с сепсисом [32]. Последующее десятилетнее ретроспективное исследование пациентов с ОПП на фоне сепсиса обнаружило, что необходимость применения ЗПТ неуклонно увеличивалась во всех когортах, при этом отмечалось положительное влияние терапии на снижение уровня смертности у данных пациентов [33].

Хотя амбулаторный диализ традиционно носит интермиттирующий характер, исследования в отделениях интенсивной терапии показывают, что прерывистый и непрерывный режимы диализа могут требовать различного подхода для применения этих методик у пациентов из ОРИТ [34–38]. Несмотря на отсутствие доказанной

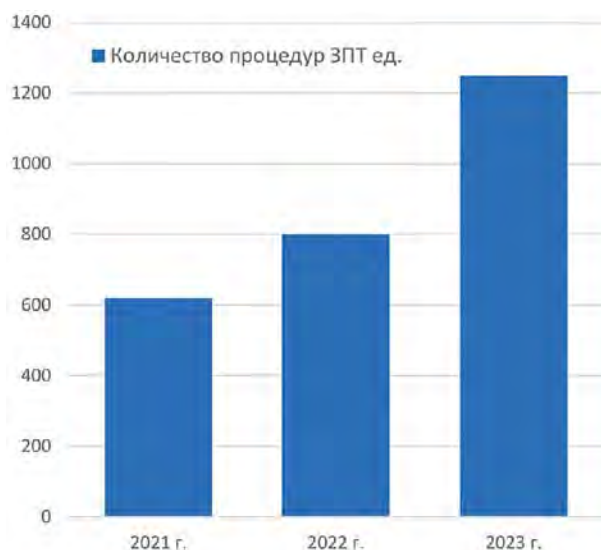


Рисунок 1. Динамика изменения общего количества процедур ЗПТ в 2021–2023 гг.

выживаемости, преимущество при сравнении прерывистого гемодиализа с ПЗПТ у пациентов в критическом состоянии, по-видимому, предоставляется продленным методикам, которые дают более оптимальные результаты в отношении гемодинамической стабильности и контроля баланса жидкости, а так же ранние показатели восстановления функции почек и последующую независимость от пожизненного диализа, за счет снижения числа трансформаций ОПП в ХБП [34; 35; 39]. Метаанализ 26 исследований, проведенный в 2017 году показал, что применение ПЗПТ было связано с более высоким числом случаев восстановления функции почек по сравнению с ИГД [40]. Среди недостатков ПЗПТ можно отметить следующие – ограничение мобильности пациентов, необходимость постоянной антикоагулянтной терапии и более высокие экономические затраты на проведение ПЗПТ по сравнению с ИГД (что особенно важно в условиях ограниченных ресурсов) [41].

ПЗПТ получила широкое распространение среди пациентов в критическом состоянии с ОПП в связи с ее возможностью одновременно плавной и быстрой коррекцией жизнеугрожающих осложнений, ассоциированных с ОПП. Широкий спектр современных методик ЗПТ также позволяет проводить детоксикационные и иммуномодулирующие процедуры, что привело к смещению показаний для начала ЗПТ от классических «почечных» (отек легких, гиперкалиемия, уремия) до понятия «экстракорпоральная коррекция гомеостаза» [65–69], что, соответственно, обусловило выполнение процедур не нефрологами, а в первую очередь врачами-реаниматологами [38, 39]. Расширение спектра методик также потребовало от основных фирм-производителей (Fresenius Medical Care, Nikisso Aquarius, B. Braun) создания универсальных аппаратов-гемопроцессоров.

В то же время, по мере расширения показаний и методик, возник ряд вопросов, которые остаются дискуссионными в России в течение более чем четверти века развития ЗПТ как самостоятельного компонента интенсивной терапии критических состояний [41, 67–69].

Целью обзора является сравнить результаты лечения среди пациентов в критическом состоянии с ОПП (в том числе ОПП осложняющие ХБП), оценить влияние сроков инициации процедуры ЗПТ, проанализировать влияние ПЗПТ на клинические показатели, лабораторные данные у различных групп пациентов, провести ретроспективный обзор результатов применения ЗПТ у пациентов в критическом состоянии в многопрофильных стационарах, с помощью ретроспективного когортного обзора.

Материалы и методы

Обзор включает более 1300 пациентов отделений интенсивной терапии, получивших ПЗПТ в многопрофильных клиниках – ГБУЗ ГКБ им В. М. Буянова и ФГБУ НМИЦ хирургии им. Вишневого, в период с 2021 по 2023 гг. ГБУЗ ГКБ им В. М. Буянова – окружной многопрофильный медицинский центр 1 уровня. Национальный медицинский исследовательский центр хирургии им. А. В. Вишневого – это крупный и фундаментальный образовательный центр с обширной клинической базой и грандиозным опытом в различных областях хирургии, в котором постоянно совершенствуется использование малотравматичных, минимально инвазивных технологий, включая эндоваскулярные, видеоассистированные и роботические. Общий коечный фонд реанимационных отделений более 100 коек. Данные о проведенных процедурах были получены по средству отчетов информационно-аналитических систем, а также идентификации с помощью запроса аптечного отдела, записей в журналах процедур. Согласно протоколу, решение о начале ЗПТ принимается консилиумом врачей-специалистов отделений интенсивной терапии. Выбор модальности ПЗПТ чаще всего основан на необходимости обеспечения гемодинамической стабильности у пациентов в критическом состоянии.

Проводя оценку частоты использования данных методик, отмечается устойчивая динамика роста количества процедур в последние годы. Согласно данным наших стационаров, отмечается двухкратный рост количества процедур за последние три года (рис. 1)

Используемая аппаратура

Пациентам получавшим ПЗПТ проводились процедуры на стандартных аппаратах-гемопроцессорах фирм Fresenius Medical Care, PrismaFlex, Nikisso Aquarius, B. Braun. В преимущественном количестве случаев использовались высокопоточные гемофильтры (AV 1000 (Fresenius) / Diacap Acute (B’ Braun) / Aquamax HF (Nikkiso Medical), а также гемофильтры на основе AN-69: ST-150 (Baxter). А в случае указаний на наличие ассоциированного с сепсисом ОПП, а также у пациентов с септическим шоком, осложненным ОПП, и при наличии технической возможности, предпочтение отдавалось специализированным гемофильтрам, таким как EMiC 2 (Fresenius), BK-2.1U (Toray), Oxiris (Baxter), что способствовало устойчивой стабилизации клинического состояния.

Лабораторная диагностика проводилась в клиничко-диагностической лаборатории ГКБ им. В. М. Буянова ДЗМ, ФГБУ «НМИЦ хирургии им. А. В. Вишневского» МЗ РФ, г. Москва. Показатели газового состава крови и кислотно-основного состояния (КОС) выполнялись в отделении реанимации на аппарате Radiometer ABL 800 Basic. Измерение показателей SpO₂, ЭКГ, анализ аритмий, инвазивное артериальное давление, неинвазивное артериальное давление, температуры тела проводились на мониторе пациента Drager Infinity Delta, GE CARESCAPE B 850. Инвазивная искусственная вентиляция легких проводилась на аппарате искусственной вентиляции легких Drager, Hamilton. Построение диаграмм выполнялось с помощью программы Microsoft Excel, PowerPoint.

ПЗПТ основана на четырех основных физиологических принципах. Это: а) диффузия, б) ультрафильтрация, в) конвекция и г) адсорбция. В клинической практике применяется более одного принципа для достижения целей в рамках терапевтического подхода (например, диффузии, ультрафильтрации, и конвекции). ПЗПТ может быть выполнена в одном или нескольких из следующих четырех модальностей: (1) медленная непрерывная ультрафильтрация (SCUF), (2) CVVH, (3) непрерывная вено-венозная гемодиализация (CVVHDF) и (4) непрерывный вено-венозный гемодиализ (CVVHD). Другие терапевтические подходы, которые можно использовать в сочетании с ПЗПТ, включают терапевтические плазмообмен и гемоперфузия/адсорбция [46].

Клиническая оценка состояния пациентов проводится по ранее установленному алгоритму, для чего использовались объективизированные шкалы: SOFA, APACHE II, оценка индекса массы тела (ИМТ), AKIN (KDIGO 2012 г), RIFLE, расчет скорости клубочковой фильтрации (СКФ) по формуле CKD-EPI 2021 г, National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS).

Для достижения терапевтического эффекта использовалась назначенная доза, которая составляла 20–25 мл/кг/ч в расчете на эффлюент.



Рисунок 2. Применение аппарата Prisma Flex в клинической практике.



Рисунок 3. Применение аппарата Fresenius Medical Care Multifiltrate в клинической практике.

Группы пациентов

Все пациенты разделялись на две большие группы в зависимости от сроков инициации ЗПТ. В первой группе у пациентов использовался более либеральный подход к инициации ЗПТ, до появления абсолютных показаний. Вторая группа включала пациентов, получавших консервативное лечение и применение ЗПТ уже при появлении абсолютных показаний. Пациенты из сравниваемых групп получали ПЗПТ различных модальностей.

Среди пациентов были две основные подгруппы: с изолированным ОПП и лица с развившимся ОПП на фоне ранее существовавшей ХБП, в эти группы включены, в том числе, пациенты из ФГБУ «НМИЦ хирургии им. А. В. Вишневского» МЗ РФ. В число наблюдений входят пациенты получавшие ЗПТ, по определению, имеющие либо ОПП, чаще всего септического генеза, или же изолированную уремию в рамках ХБП. Также методика ПЗПТ использовалась в рамках коррекции цитокинового профиля, снижения уровня эндотоксмии у пациентов с сепсисом.

При оценке состояния пациентов ОРИТ, которые подходят под рамки диагноза ОПП, острой болезни почек (ОБП) (7–90 сутки) [44] или ХБП проводится дифференциальная диагностика с последующим определением уровня поражения (преренальный, ренальный или постренальный механизм).

Таблица 1
Сравнение модальностей ЗПТ

	SCUF	CVVH	CVVHD	CVVHDF
Первичный механизм	Ультрафильтрация	Конвекция	Диффузия	Диффузия и конвекция
Временная характеристика	Продолжительная	Продолжительная	Продолжительная	Продолжительная
Скорость потока крови	100 мл*	50–300 мл*	50–300 мл*	50–300 мл*
Диализат	нет	нет	500–4000 мл*	500–4000 мл*
Замещающий раствор	нет	500–4000 мл*	нет	500–4000 мл*
Антикоагуляция	Гепарин, цитрат, отсутствует	Гепарин, цитрат, отсутствует	Гепарин, цитрат, отсутствует	Гепарин, цитрат, отсутствует

Примечание: CVVH = непрерывная вено-венозная гемофильтрация; CVVHD = непрерывный вено-венозный гемодиализ; CVVHDF = непрерывная вено-венозная гемодиализация; SCUF = медленная непрерывная ультрафильтрация; * (цит. по Alvarez G. Et et al., 2019 [45] в переводе).

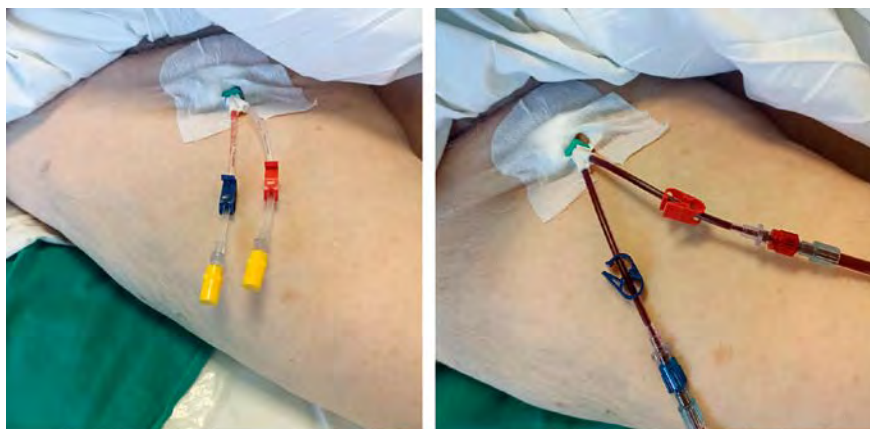


Рисунок 4. Обеспечение сосудистого доступа для проведения экстракорпоральной коррекции гомеостаза.

Вне зависимости от группы все пациенты имели одинаковый первоначальный подход. Согласно принятым рекомендациям основными направлениями лечебно-профилактических мероприятий у пациентов с ОПП считается:

- 1) максимально быстрое устранение или минимизацию действия основных этиологических факторов (преренальных, постренальных, ренальных);
- 2) контроль и коррекцию жизнеугрожающих осложнений дисфункции почек (гипергидратации, нарушений электролитного баланса и КОС, уремической интоксикации).

Дальнейшее принятие решения о терапевтическом подходе должно быть сопряжено с определением является ли больной «Респондер» или «Нонреспондер» в зависимости от реакции на волемическую нагрузку. От этого зависит тактика и возможность смещения сроков инициации ЗПТ.

Первоначально, стадии ОПП 1 и 2, как правило, позволяют проводить консервативную терапию. У пациентов, имеющих факторы риска ОПП, и уже при развившемся ОПП, производилась оптимизация фармакотерапии за счет исключения/минимизации потенциально нефротоксичных препаратов и применения адекватной инфузионной терапии.

При гиперкалиемии с уровнем калия сыворотки менее 6,5 ммоль/л и отсутствии изменений на ЭКГ показано применение медикаментозной терапии: с целью стабилизации мембраны кардиомиоцитов (инфузия кальция глюконата/хлорида), обеспечение межклеточного переноса иона калия (инсулин короткого действия, β^2 адреномиметики) и удаление из организма ионов (с применением петлевых диуретиков).

В случае отсутствия эффекта от проводимой терапии, прогрессировании тяжести ОПП и потенциального развития жизнеугрожающих состояний принималось решение о инициации ЗПТ.

1. Среди *абсолютных* показаний для инициации ЗПТ, у пациентов в отсутствии эффекта от консервативной терапии, можно выделить следующие [41]:
2. Гиперволемию или отек легких при гиперволемии не чувствительный к диуретикам
3. Гиперкалиемию более 6,5 ммоль/л или более 6 ммоль/л с изменениями на ЭКГ
4. Гиперазотемию при цифрах мочевины более 35 мкмоль/л
5. Декомпенсированный метаболический ацидоз с pH менее 7,15
6. Гипермагниезмию более 4 ммоль/л с анурией и отсутствием глубоких сухожильных рефлексов
7. Лактацидоз на фоне приема метформина

Абсолютные противопоказания к проведению почечно-заместительной терапии:

1. Продолжающееся кровотечение без попыток хирургического гемостаза
2. Агональное состояние больного.

В рамках применения либеральной стратегии, т.н. «нефропротективной модели», для принятия решения о инициации ЗПТ проводилась оценка тяжести ОПП согласно классификационным критериям AKIN (определенными согласительной конференцией KDIGO [8,13]), RIFLE [20]. Большая часть пациентов имела 2–3 стадии по классификации AKIN или же стадию “F” – недостаточность по классификации RIFLE (RIFLE-F). Соответствие данным критериям ОПП в сумме с клинической оценкой прогноза динамики развития состояния пациента, а также определения плазменного уровня маркеров эндогенной интоксикации – служило точкой принятия решения о начале применения методик ЗПТ.

Выбор сосудистого доступа базировался на ранее определенном алгоритме [41]. Приоритет в выборе точки сосудистого доступа определялся в следующей последовательности: правая внутренняя яремная вена, бедренная вена и левая внутренняя яремная вена.

В различных подразделениях относительные показания могут различаться, в зависимости от профиля поступающих больных.

Отделение реанимации и интенсивной терапии для пациентов кардиологического профиля

Среди пациентов данного отделения соотношение мужчин и женщин почти одинаковое. Возрастные группы 18–75 лет (73 % среди женщин, 75 % среди мужчин) и 75 лет и более (27 % среди женщин, 25 % среди мужчин) сильно не различаются. Среди показаний для госпитализации в данное отделение фигурируют: острый коронарный синдром (ОКС)/кардиогенный шок (55%), нарушение сердечного ритма и проводимости (30%), послеоперационный период у пациентов высокого риска (12%), остановка кровообращения (2%), острая дыхательная недостаточность (2%), и др.

Тяжесть состояния пациентов по шкале APACHE II – до 10 баллов 41 %, 10–15 баллов 28 %, 16–20 баллов 22 %, более 20 баллов 9 %.

Длительность пребывания в среднем до 2х суток 81 %, от 3х до 8 суток –11 %, более 9 до 30 суток 7%, более 30 суток 1 %.

В данной группе пациенты с различной степенью выраженности ХСН, с различными уровнями фракции выброса левого желудочка. Так же данную группу отличает различные в уровнях натрийуретического пептида, а также наличие или отсутствие проводимой терапией ХСН на догоспитальном этапе.

Вся группа этих пациентов имеет высокую степень предшествующей дисфункции почек и это ассоциировано с хроническими нарушениями перфузии и длительного формирования недостаточности, то есть декомпенсация ХБП и появление клинически значимых симптомов или синдромов требует временных промежутков, при этом органы мишени приобретают определенный запас «прочности», критерий декомпенсации может являться метаболический ацидоз.

Применение ЗПТ в данной группе проводилось чаще по «почечным» показаниям и диктовалось декомпенсацией, существующей ранее, ХБП.

Общее количество процедур ежегодно, в среднем, составляет около 100. Преимущественная модальность CVVHD, реже CVVHDF. Использование данной методики, чаще всего, проводится в рамках протезирования почечной функции у пациентов с ОКС или же кардиогенным шоком, а также индуцированными медикаментозно нефропатиями. Предпочтение продолжительным методикам отдается в связи с их способностью поддерживать гемодинамический профиль и проводить медленную коррекцию волемии и нарушений КОС. При применении ЗПТ с ранними точками инициации отмечалось положительное влияние на клинические исходы.

Отделение реанимации и интенсивной терапии для пациентов неврологического профиля

По результатам оценки половой принадлежности отмечается наличие большего количества женщин (65 %), чем мужчин (35 %) в данном

отделении. Возрастные группы 18–75 лет (72 % среди женщин, 75 % среди мужчин) и 75 лет и более (28 % среди женщин, 25 % среди мужчин) сильно не различаются. Среди показаний для госпитализации в данное отделение фигурируют: инфаркт головного мозга (88 %), воспалительные заболевания головного и спинного мозга (3,5 %), сепсис (1,5 %) нарушение сердечного ритма и проводимости (2 %), отек мозга травматический (1,5 %), отравления и интоксикации (1 %), эпилептический статус (1 %), и др.

Тяжесть состояния пациентов по шкале APACHE II – до 10 баллов 44 %, 10–15 баллов 22 %, 16–20 баллов 25 %, более 20 баллов 9 %.

Длительность пребывания в среднем до 2х суток 72 %, от 3х до 8 суток –18 %, более 9 до 30 суток 6 %, более 30 суток 4 %.

Данная группа включает неврологических пациентов с различными сосудистыми эпизодами такими как инфаркты головного мозга, внутричерепные не травматические кровоизлияния, так и токсические энцефалопатии, декомпенсации хронической ишемии головного мозга, различной причины отеки головного мозга, эпилептический синдром, ассоциированный с токсическим поражением головного мозга или самостоятельная структурная или эссенциальная эпилепсия. Эта группа пациентов может требовать проведения ЗПТ в рамках классических показаний. Также целесообразно рассмотрение «дополнительных» критериев.

Стоит отметить, что любой неврологический больной воспринимается как пациент с перенесенным кризисом микроциркуляции и потенциально имеющейся субкомпенсацией ХБП, а также с развитием ОПП и необходимой инициацией заместительной терапии при абсолютных показаниях, либо протективной терапии при относительных показаниях:

1. Азотемия без метаболических изменений по мочеvine 30 мкмоль/л
2. Гипернатриемия более 158 ммоль/л
3. Гиперхлоримия более 120 ммоль/л
4. Гипергидратация без отека легких у больных с ХСН

Применение ЗПТ в данной группе проводилось чаще по «почечным» показаниям и диктовалось декомпенсацией, существующей ранее, ХБП.

Общее количество процедур ежегодно, в среднем, составляет около 200. Преимущественная модальность CVVHD, реже CVVHDF. Использование данной методики, чаще всего, проводится в рамках протезирования почечной функции у пациентов с декомпенсацией ХБП на фоне ранее имевшейся нефропатии осложняющий сахарный диабет или гипертоническую болезнь, а также у пациентов, перенесших циркуляторный шок на фоне гипотензии или же медикаментозно индуцированной нефропатией.

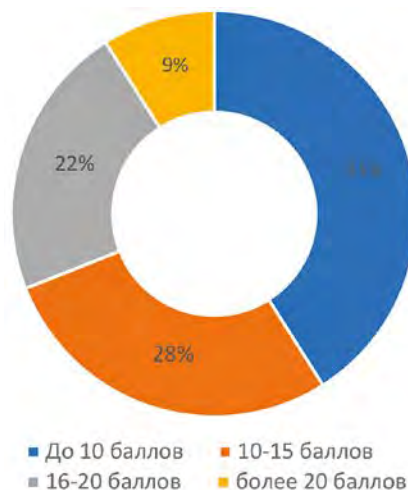


Рисунок 5. Тяжесть состояния пациентов в кардиологической реанимации по шкале APACHEII.

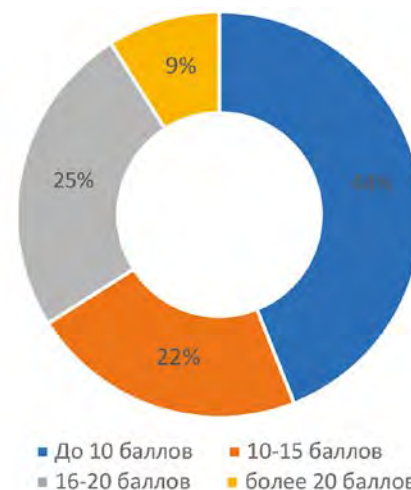


Рисунок 6. Тяжесть состояния пациентов неврологической реанимации по шкале APACHEII.

Предпочтение продолжительным методикам отдается в связи с их способностью поддерживать гемодинамический профиль и проводить медленную коррекцию волеми и нарушений КОС. При применении ЗПТ с ранними точками инициации отмечалось положительное влияние на клинические исходы.

Отделение реанимации и интенсивной терапии для пациентов хирургического профиля

Среди пациентов данного отделения соотношение мужчин и женщин почти одинаковое. Возрастные группы 18–75 лет (66 % среди женщин, 74 % среди мужчин) и 75 лет и более (34 % среди женщин, 26 % среди мужчин). Отмечается преобладание более молодой популяции среди мужчин и пожилой среди женщин. Среди показаний для госпитализации в данное отделение фигурируют: послеоперационный период у пациентов высокого риска (наличие перитонита, шока, необходимость протезирования витальных функций) (38 %), сепсис различной этиологии (25 %), желудочно-кишечные кровотечения (18 %), острая почечная недостаточность у хирургических пациентов (10 %), политравма (5 %), нарушение сердечного ритма и проводимости у пациентов хирургического профиля (2 %), делирий (1 %) и др.

Тяжесть состояния пациентов по шкале APACHE II – до 10 баллов 18 %, 10–15 баллов 22 %, 16–20 баллов 45 %, более 20 баллов 15 %.

Длительность пребывания в среднем до 2х суток 70 %, от 3х до 8 суток –13 %, более 9 до 30 суток 15 %, более 30 суток 2 %.

В отделение хирургической реанимации пациенты, находящиеся в критическом состоянии связанными с хирургическими агрессиями, или заболеваниями которые требуют хирургических методов лечения или относятся к потенциально хирургическим больным всегда на первом месте находится кризис микроциркуляторного русла, сопряженный с гиповолемией и дегидратацией, при этом необходимо говорить о истинной гиповолемии с потерей жидкости в третье пространство, наружные потери (рвота, кровотечение и т.д.), а также и относительную гиповолемию с несоответствием ёмкости сосудистого русла к объёму циркулирующей жидкости (перераспределительные шоки, септический шок). У хирургического больного наступление полиорганной недостаточности происходит в сжатые сроки, что связано с прямым повреждением органа мишени либо непосредственно воспалительным процессом, либо опосредовано через систему цитокинов, иммунокомпетентных клеток и различных медиаторов воспалительного ответа.

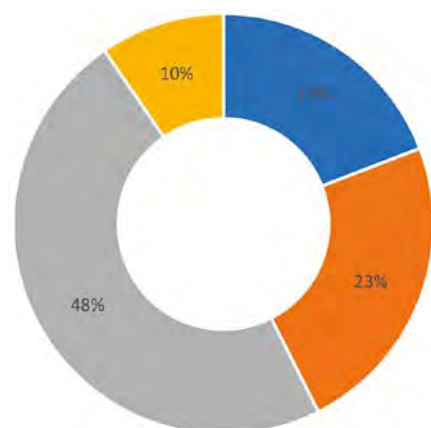


Рисунок 7. Тяжесть состояния пациентов в хирургической реанимации по шкале APACHE II.

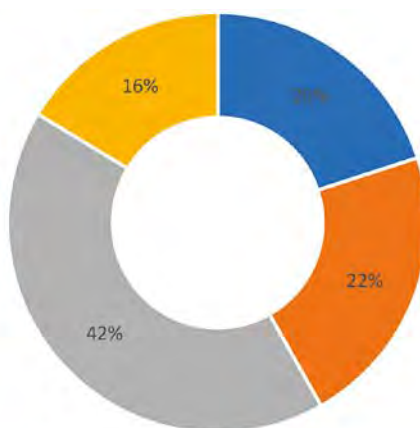


Рисунок 8. Тяжесть состояния пациентов в реанимации общего профиля по шкале APACHE II.

Применение ЗПТ в данной группе проводилось чаще по «внепочечным» показаниям и диктовалось характером пациентов. В рамках курации пациентов с хирургической патологией зачастую имеет место наличие инфекционного очага (гнойный холангит, перитонит, инфекции мочевыводящих путей и др.) с системными осложнениями в виде сепсиса, септического шока. Особую группу представляют пациенты с выраженной эндогенной интоксикацией на фоне острого панкреатита.

Общее количество процедур ежегодно, в среднем, составляет около 600. Преимущественная модальность CVVHDF, CVVH препост, реже использовалось CVVHD. Использование данных модальностей, чаще всего, диктуется необходимостью купирования не только почечной недостаточности в рамках ОПП, декомпенсации существующей ХБП (на фоне предшествующей коморбидности), но также и купирования эндотоксикоза вызванного активным инфекционным процессом и системными проявлениями сепсиса, септического шока или же эндотоксемией на фоне осложненных форм острого панкреатита. Предпочтение продолжительным методикам отдается в связи с их способностью поддерживать стабильный гемодинамический профиль у пациентов в критическом состоянии, а также проводить медленную коррекцию волеми и нарушений КОС. При применении ЗПТ с ранними точками инициации отмечалось положительное влияние на лабораторные маркеры сепсиса (прокальцитонин, С-реактивный белок (СРБ)), клинические исходы. Выраженность клинического эффекта выше при сепсисе, септическом шоке – с использованием сверхвысокопроницаемого диализатора ЕМiС 2, а также лечение с помощью гемофильтра oXiris в дополнение к стандартной терапии.

Отделение реанимации и интенсивной терапии общего профиля.

В структуре половой принадлежности пациентов большее количество мужчин (58 %), чем женщин (42 %).

Возрастные группы 18–75 лет (67 % среди женщин, 61 % среди мужчин) и 75 лет и более (33 % среди женщин, 39 % среди мужчин). Отмечается тенденция к поступлению более возрастной популяции среди мужчин, чем среди женщин. Среди показаний для госпитализации в данное отделение чаще всего фигурируют: пациенты с синдромами острой дыхательной недостаточности (19 %), острой церебральной недостаточности (делирий) (19 %), острой почечной недостаточности (16 %), острой печеночной недостаточности (12 %), сепсис различной этиологии (10 %), нарушение сердечного ритма и проводимости у пациентов хирургического профиля (8 %), нарушения электролитного состава крови (4 %), острые отравления различной этиологии (4 %) и др.

Тяжесть состояния пациентов по шкале APACHE II – до 10 баллов 22 %, 10–15 баллов 24 %, 16–20 баллов 36 %, более 20 баллов 18 %.

Длительность пребывания в среднем до 2х суток 64 %, от 3х до 8 суток – 28 %, более 9 до 30 суток 6 %, более 30 суток 2 %.

Отделения реанимации общего профиля в себе аккумулируют различные патологии, от декомпенсации хронических нозологий – ХСН, ХОБЛ, бронхиальная астма с формированием инфекционных осложнений, в том числе пульмогенного сепсиса, раковая болезнь с различными органными нарушениями, паранеопластические синдромные нарушения, гематология, острые отравления, хронические интоксикации, сочетание с воспалительными заболеваниями разных локализаций, больные с гипотрофией, саркопенией и нарушением алиментарного спектра. Больные после удачных реанимационных мероприятий без указаний на ОКС, пациенты с неуточненными комами и различными пароксизмальными состояниями. Среди нозологий, в которые могут встречаться у пациентов на курации в данном отделении, имеются такие как инфекционные заболеваниями, лихорадками неясного генеза, а также аутоиммунными заболеваниями с поражением различных органов

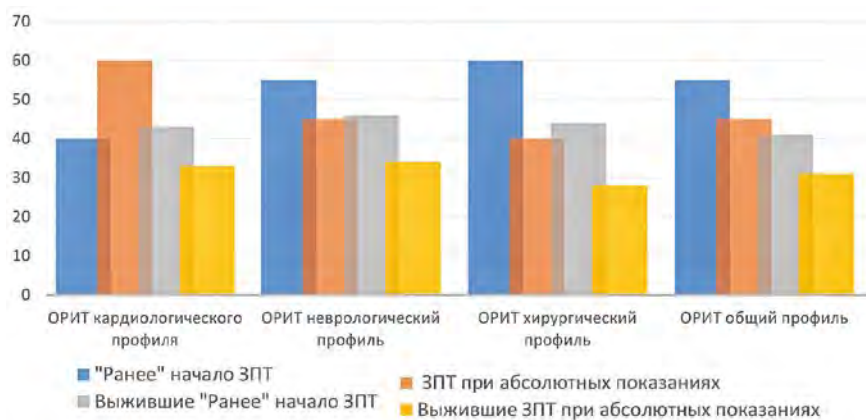


Рисунок 9. Сроки инициации ЗПТ и летальность у пациентов ОРИТ различных профилей.

мишеней. У каждого пациента возможно проявление почечной недостаточности как моносиндрома, так и в рамках синдрома полиорганной недостаточности. Любое из состояний может потребовать присоединение ПЗТ по ранее оговоренным критериям.

Применение ЗПТ в данной группе проводилось несколько чаще по «внепочечным», чем по «почечным» показаниям и диктовалось, тем, что среди данной группы имеет место большое количество больных с различными очагами инфекции (пневмония, инфекции мочевыводящих путей, сепсис другой этиологии в т. ч. пациенты с эндокардитами). Нередко вышеописанные инфекционные процессы сопровождаются системными осложнениями в виде сепсиса, септического шока. Особое внимание следует уделить тому, что пациенты в старшей возрастной группе чаще имеют скомпрометированную почечную функцию в рамках ранее существовавшей ХБП.

Общее количество процедур ежегодно, в среднем, составляет около 400. Преимущественная модальность CVVHDF, реже использовалось CVVHD. Выбор данных модальностей продиктован характером течения основных вышеперечисленных нозологий, сопровождающихся явлениями шока, нестабильности гемодинамики, а также наличием почечной недостаточности в рамках ОПП, декомпенсацией существующей ХБП (на фоне имеющейся коморбидности у пациентов в старшей возрастной группе (сахарный диабет, гипертоническая болезнь и др.)), но также и купирования эндотоксикоза, системными проявлениями сепсиса, септического шока или же экзогенной интоксикацией различной этиологии (алкогольной, суррогатами алкоголя, психотропными веществами). Предпочтение продолжительным методикам отдается в связи с уже ранее описанными преимуществами. При применении ЗПТ с ранними точками инициации отмечалось положительное влияние на продолжительность госпитализации в отделение ОРИТ, общее количество процедур, а также на общую выживаемость.

Обсуждение

Увеличение возраста и наличие сепсиса связаны с увеличением общей смертности от ОПП, даже при проведении ПЗПТ [49]. Несмотря на значительное количество исследований, вопрос о сроках инициации и прекращения ЗПТ остается открытым [50,51]. Ранняя ПЗПТ при отсутствии тяжелой формы ОПП рекомендуется гемодинамически нестабильным пациентам с тяжелым сепсисом и септическим шоком в сочетании с дисфункцией ЛЖ, поскольку это улучшает показатели выживаемости [52].

Опыт применения методик ЗПТ, имеющийся в наших стационарах, в различных когортах больных, указывает на положительное влияние сроков инициации на общую летальность. Отмечается, что ранняя инициация ЗПТ ассоциируется с лучшими показателями выживаемости (рис. 9). Имеющиеся данные говорят о том, что процент выживших пациентов больше в среднем

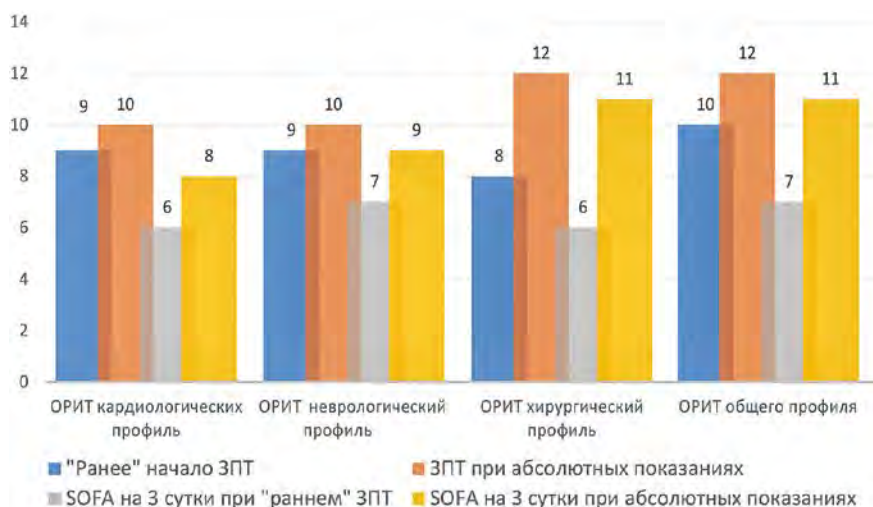


Рисунок 10. Динамика тяжести состояния пациентов по шкале SOFA в разных ОРИТ в зависимости от времени инициации ЗПТ

на 10% в группе с ранним началом ЗПТ. В группе хирургических пациентов данный показатель выше и достигает 16%, что согласуется с данными проанализированной литературы.

Волемическая нагрузка (инфузионная терапия) при перегрузке жидкостью >10% значимо связана с увеличением 28-дневной смертности. Следует отметить, что среди независимых предикторов имеется среднечасовой диурез в течение 12 часов, среднее значение креатинина в сыворотке в течение 24 часов, совокупный баланс жидкости с момента поступления в отделение интенсивной терапии, продолжительность ПЗПТ и потребность в вазоактивных препаратах в течение 24 часов до прекращения ПЗПТ [53, 54]. Восстановление диуреза при прекращении ЗПТ, более низкий исходный балл по шкале SOFA и более низкие уровни креатинина в сыворотке при начале ПЗПТ связаны с более высокой вероятностью восстановления функции почек [55–57]. Несвоевременное начало терапии тяжелое ОПП у пациентов в критическом состоянии связано с увеличением смертности по сравнению с группой раннего начала. ЗПТ представляет собой краеугольный камень лечения тяжелого ОПП, а ПЗПТ считается преобладающей формой ЗПТ в отделениях интенсивной терапии, особенно при ОПП с сепсисом [58]. Это связано со способностью ПЗПТ обеспечивать точный контроль волеми, медленную коррекцию метаболических нарушений и гемодинамическую стабильность [49,51]. Кроме того, было показано, что ПЗПТ связана с более низким уровнем диализной зависимости, чем у интермиттирующего гемодиализ [56–58]. На данный момент имеется большое количество данных о положительном влиянии методов экстракорпоральной гемокоррекции как на течение различных нозологических единиц, так и на коррекцию изолированной органной и полиорганной дисфункции. Для коморбидных больных, без явлений сепсиса и синдрома полиорганной недостаточности почечно-заместительная терапия является либо терапией спасения, либо терапией суппорта (поддержки) скомпрометированного органа, показания остаются неизменными [54–58].

Согласно полученным данным, при проведении динамической оценки тяжести состояния пациентов по интегральным шкалам, в частности шкале SOFA, отмечается значимое (2 балла и более) снижение показателя на 3 сутки после проведенной процедуры (рис. 10). Данная динамика определяется в группе пациентов с ранней инициацией ЗПТ, в отличие от группы, где проведение ЗПТ начиналось по абсолютным показаниям. Обращает на себя внимание относительно «низкий» показатель SOFA у пациент хирургического профиля, что определяется характером пациентов и частой инициацией ЗПТ в рамках «внепочечных» показаний. Напротив, в группе

с тяжелым неврологическим дефицитом, показатель SOFA не сильно меняется ввиду характера основной патологии (длительная динамика регресса неврологического дефицита).

Усилия по сохранению функции почек должны начинаться в острой фазе заболевания с продуманного назначения ЗПТ, которая сводит к минимуму гемодинамическую нестабильность. Выжившие после ОПП, которые стали независимыми от диализа, остаются в группе высокого риска неблагоприятных исходов.

В современной практике методы экстракорпоральной гемокоррекции, и, в частности, различные методики ЗПТ, все чаще используются не только для протезирования почечных функций, но и для патогенетической терапии при полиорганной недостаточности. Так же значимую роль играет деэскалационная иммуномодуляция, опосредованная снижением уровня циркулирующих провоспалительных медиаторов.

По имеющимся данным, полученным на основании изучения групп пациентов с выраженным эндотоксикозом, чаще всего на фоне септического процесса, применение ранней ЗПТ, с ранними сроками инициации, продемонстрировало положительное влияние на уровень маркеров воспаления (в частности СРБ), с исходного значения около 230 мг/л до 113 мг/л на 2 день после процедуры. Эффект сохранился на 7 сутки наблюдения, в среднем имея величину около 75 мг/л в группе «ранней» ЗПТ (рис. 11).

Проведение процедуры ПЗПТ с помощью различных специализированных гемофильтров, таких как ЕМiС 2, оXiris способствует эффективному снижению уровня воспалительных цитокинов и позволяет в короткие сроки скорректировать гемодинамические нарушения, тем самым позволяя прервать патологические процессы и способствовать регрессу полиорганной дисфункции, в том числе улучшать кардиоренальную функцию и клиническое состояние [60,62–66,69].

Данный эффект может быть обусловлен удалением цитокинов и иных эндотоксинов, которые

обуславливают циркуляторный шок. Для подтверждения этих данных необходимо дальнейшее исследование, проведение РКИ.

Так же хочется отметить влияние на сроки пребывания пациентов в ОРИТ в разных группах пациентов. При анализе собственных данных отмечается, что пациенты с ранними сроками инициации ЗПТ находились в палате интенсивной терапии меньше, в среднем на 2,5 дня (рис. 12).

Закключение

Заместительная почечная терапия – это один из инструментов, позволяющих проходить критическое состояние. Тяжелое ОПП, особенно когда оно вызвано или связано с сепсисом, несет повышенный риск прогрессирования до хронической болезни почек и терминальной стадии почечной недостаточности. Кроме того, при длительной госпитализации, реализует дополнительную высокую финансовую нагрузку на систему здравоохранения и повышенный уровень смертности от всех причин. Продолженные методики ЗПТ выступают в качестве ценного поддерживающего терапевтического подхода для таких пациентов. ПЗПТ обеспечивает медленное, плавное и щадящее лечение по сравнению с интермиттирующим гемодиализом. Данная модальность показана гемодинамически нестабильным пациентам, пациентам с отеком мозга.

Назначенная доза составляет 20–25 мл/кг/ч, но следует помнить, что для доставки этой дозы необходимы более высокие фактические дозы. Фракция фильтрации не должна превышать 20–25 %, и ее расчет очень полезно проводить для prolongации срока службы диализатора. Регионарная цитратная антикоагуляция (РЦА) – рекомендуемый метод антикоагуляции у определенных групп пациентов. В клинических рекомендациях по лечению острого повреждения почек 2020 года отмечается, что «рекомендуется у пациентов с высоким риском кровотечения, не получающих системную антикоагулянтную терапию, использовать регионарную антикоагуляцию раствором цитрата». Следует отметить,

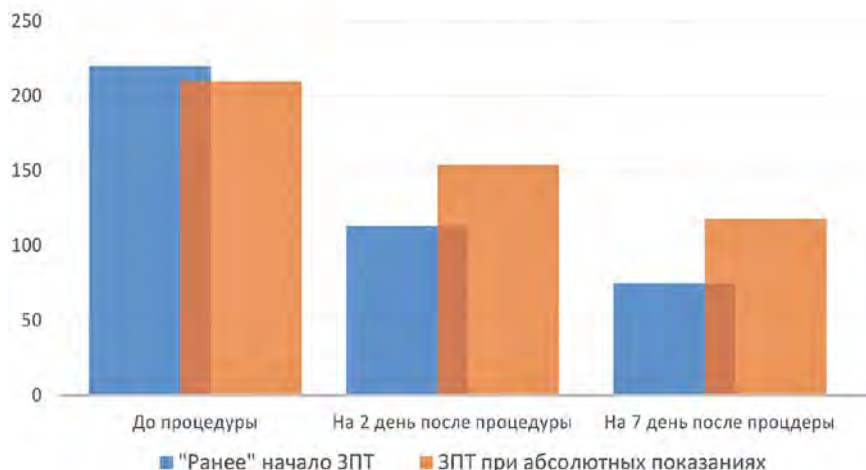


Рисунок 11. Влияние сроков инициации ЗПТ у пациентов хирургического ОРИТ на маркеры системного воспалительного ответа на примере динамики концентрации С-реактивного белка (мг/л).

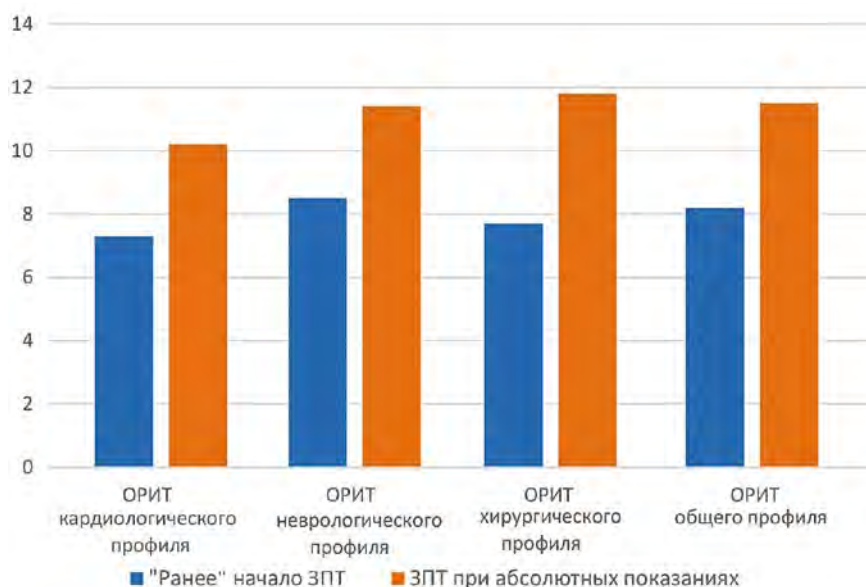


Рисунок 12. Влияние сроков инициации ЗПТ у пациентов ОРИТ разных профилей на длительность пребывания в ОРИТ.

что представляется обоснованной позиция применения данной методики у пациентов с высокими рисками геморрагических осложнений, в т.ч. у пациентов с политравмой. В частности, последняя модификация аппарата фирмы Fresenius MultifiltratePro позволяет проводить РЦА при любой модальности процедуры ЗПТ. Сосудистый доступ (катетеры) следует располагать в самом высоком месте кровотока и в порядке следующей приоритетной последовательности: правая внутренняя яремная вена, бедренная вена и левая внутренняя яремная вена. Удаление эндотоксинов и медиаторов воспаления, в различной степени ассоциированных с сепсисом, может оказать положительное влияние на раннее восстановление почек и улучшение состояния пациента, процента выживаемости. Рациональное применение ПЗПТ также включает в себя правильное время инициирования и прекращения. При раннем начале следует ожидать лучшую выживаемость и восстановление функции почек, но не стоит забывать о соотношении риска/пользы при применении любой методики, так как сама процедура связана с большим количеством осложнений.

Изучение новых подходов и модальностей в экстракорпоральной гемокоррекции в качестве метода патогенетического лечения у пациентов с сепсисом представляется интересным и перспективным.

Список литературы / References

- Miltner SR, Stange J, Klammt S, Peszynski P, Schmidt R, Nöldge-Schomburg G. Extracorporeal detoxification using the molecular adsorbent recirculating system for critically ill patients with liver failure. *J Am Soc Nephrol*. 2001;12 Suppl 17: S75-S82.
- Ronco C, Claudio; Bellomo R, Rinaldo. Dialysis in Intensive Care Unit Patients with Acute Kidney Injury: Continuous Therapy is Superior. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology* 2(3): p 597–600, May 2007. | DOI: 10.2215/CJN.00430107
- Karkar A, Ronco C. Prescription of CRRT: a pathway to optimize therapy. *Ann Intensive Care*. 2020;10(1):32. Published 2020 Mar 6. doi:10.1186/s13613-020-0648-y; Claire-Del Granado R, Clark WR. Continuous renal replacement therapy principles. *Semin Dial*. 2021;34(6):398–405. doi:10.1111/sdi.12967
- Liaño F, Pascual J. Epidemiology of acute renal failure: a prospective, multicenter, community-based study. *Madrid Acute Renal Failure Study Group*. *Kidney Int*. 1996;50(3):811–818. doi:10.1038/ki.1996.380
- Uchino S, Kellum JA, Bellomo R, et al. Acute renal failure in critically ill patients: a multinational, multicenter study. *JAMA*. 2005;294(7):813–818. doi:10.1001/jama.294.7.813
- Ratanarat R, Hantaweepon C, Tangkawattanakul N, Permpikul C. The clinical outcome of acute kidney injury in critically ill Thai patients stratified with RIFLE classification. *J Med Assoc Thai*. 2009;92 Suppl 2: S61-S67
- Chen YC, Jenq CC, Tian YC, et al. RIFLE classification for predicting in-hospital mortality in critically ill sepsis patients. *Shock*. 2009;31(2):139–145. doi:10.1097/SHK.0b013e31817d419e
- Kidney Disease Improving Global Outcome KDIGO. Acute kidney injury work group: KDIGO clinical practice guideline for acute kidney injury. *Kidney Int Suppl*. 2012;2:1–138
- Hoste EA, Bagshaw SM, Bellomo R, Cely CM, Colman R, Cruz DN, Eidipidis K, Forni LG, Gomersall CD, Govil D, Honoré PM, Joannes-Boyau O, Joannidis M, Korhonen AM, Lavrentieva A, Mehta RL, Palevsky P, Roessler E, Ronco C, Uchino S, Vazquez JA, Vidal Andrade E, Webb S, Kellum JA. Epidemiology of acute kidney injury in critically ill patients: the multinational AKI-EPI study. *Intensive Care Medicine*. 2015;41(8):1411–1423. <https://doi.org/10.1007/s00134-015-3934-7>
- De Corte W, Dhondt A, Vanholder R, et al. Long-term outcome in ICU patients with acute kidney injury treated with renal replacement therapy: a prospective cohort study. *Crit Care*. 2016;20(1):256. Published 2016 Aug 12. doi:10.1186/s13054-016-1409-z
- Bellomo R, Ronco C, Kellum JA, Mehta RL, Palevsky P; Acute Dialysis Quality Initiative workgroup. Acute renal failure – definition, outcome measures, animal models, fluid therapy and information technology needs: the Second International Consensus Conference of the Acute Dialysis Quality Initiative (ADQI) Group. *Crit Care*. 2004;8(4): R204-R212. doi:10.1186/cc2872
- Eknoyan G, Lameire N, Barsorum R, et al. The burden of kidney disease: improving global outcomes. *Kidney Int*. 2004;66(4):1310–1314. doi:10.1111/j.1523-1755.2004.00894.x
- Kellum JA, Lameire N. Diagnosis, evaluation, and management of acute kidney injury: a KDIGO summary (part 1). *Crit Care*. 2013;17(1):204
- Mehta R, L. et al. Recognition and management of acute kidney injury in the International Society of Nephrology 0by25 Global Snapshot: a multinational cross-sectional study. *Lancet* 387, 2017–2025 (2016)
- Ali T, Khan I, Simpson W, et al. Incidence and outcomes in acute kidney injury: a comprehensive population-based study. *J Am Soc Nephrol*. 2007;18(4):1292–1298. doi:10.1681/ASN.2006070756
- Chawla LS, Bellomo R, Bihorac A, et al. Acute kidney disease and renal recovery: consensus report of the Acute Disease Quality Initiative (ADQI) 16 Workgroup. *Nat Rev Nephrol*. 2017;13(4):241–257. doi:10.1038/nrneph.2017.2
- Schiff H, Lang SM, Fischer R. Long-term outcomes of survivors of ICU acute kidney injury requiring renal replacement therapy: a 10-year prospective cohort study. *Clin Kidney J*. 2012;5(4):297–302. doi:10.1093/cjki/sfs070
- Prasad B, Urbanski M, Ferguson TW, Karremann E, Tangri N. Early mortality on continuous renal replacement therapy (CRRT): the prairie CRRT study. *Can J Kidney Health Dis*. 2016 Jul 22;3:36. doi: 10.1186/s40697-016-0124-7. PMID: 27453787; PMCID: PMC4957309
- Sawhney S, Marks A, Fluck N, Levin A, Prescott G, Black C. Intermediate and Long-term Outcomes of Survivors of Acute Kidney Injury Episodes: A Large Population-Based Cohort Study. *Am J Kidney Dis*. 2017;69(1):18–28. doi:10.1053/j.ajkd.2016.05.018
- Ostermann M, Chang RW. Acute kidney injury in the intensive care unit according to RIFLE. *Crit Care Med*. 2007;35(8):1837–1852. doi:10.1097/01.CCM.0000277041.13090.0A
- Joannidis M, Metnitz B, Bauer P, et al. Acute kidney injury in critically ill patients classified by AKIN versus RIFLE using the SAPS3 database. *Intensive Care Med*. 2009;35(10):1692–1702. doi:10.1007/s00134-009-1530-4
- Hoste EA, Clermont G, Kersten A, et al. RIFLE criteria for acute kidney injury are associated with hospital mortality in critically ill patients: a cohort analysis. *Crit Care*. 2006;10(3): R73. doi:10.1186/cc4915
- Pannu N, James M, Hemmelgarn B, Klarenbach S; Alberta Kidney Disease Network. Association between AKI, recovery of renal function, and long-term outcomes after hospital discharge. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2013;8(2):194–202. doi:10.2215/CJN.06480612
- Li Y, Li H, Zhang D. Timing of continuous renal replacement therapy in patients with septic AKI: A systematic review and meta-analysis. *Medicine (Baltimore)*. 2019;98(33): e16800. doi:10.1097/JMD.00000000000016800
- Wald R, McArthur E, Adhikari NK, et al. Changing incidence and outcomes following dialysis-requiring acute kidney injury among critically ill adults: a population-based cohort study. *Am J Kidney Dis*. 2015;65(6):870–877. doi:10.1053/j.ajkd.2014.10.017
- Heung M, Steffick DE, Zivin K, et al. Acute Kidney Injury Recovery Pattern and Subsequent Risk of CKD: An Analysis of Veterans Health Administration Data. *Am J Kidney Dis*. 2016;67(5):742–752. doi:10.1053/j.ajkd.2015.10.019
- Itenov TS, Berthelsen RE, Jensen JU, et al. Predicting recovery from acute kidney injury in critically ill patients: development and validation of a prediction model. *Crit Care Resusc*. 2018;20(1):54–60
- Goldstein SL. Continuous renal replacement therapy: mechanism of clearance, fluid removal, indications and outcomes. *Curr Opin Pediatr*. 2011;23(2):181–185. doi:10.1097/MOP.0b013e328342fe67
- Wang B, Peng M, Wei H, et al. The benefits of early continuous renal replacement therapy in critically ill patients with acute kidney injury at high-altitude areas: a retrospective multi-center cohort study. *Sci Rep*. 2023;13(1):14882. Published 2023 Sep 9. doi:10.1038/s41598-023-42003-6
- Oppert M, Engel C, Brunkhorst FM, et al. Acute renal failure in patients with severe sepsis and septic shock – a significant independent risk factor for mortality: results from the German Prevalence Study. *Nephrol Dial Transplant*. 2008;23(3):904–909. doi:10.1093/ndt/gfm610
- Sakhuja A, Kumar G, Gupta S, Mittal T, Taneja A, Nanchal RS. Acute Kidney Injury Requiring Dialysis in Severe Sepsis. *Am J Respir Crit Care Med*. 2015;192(8):951–957. doi:10.1164/jrccm.201502-0329OC
- Bagshaw SM, Berthiaume LR, Delaney A, Bellomo R. Continuous versus intermittent renal replacement therapy for critically ill patients with acute kidney injury: a meta-analysis. *Crit Care Med*. 2008;36(2):610–617. doi:10.1097/01.CCM.0B013E3181611F552
- Schneider AG, Bellomo R, Bagshaw SM, et al. Choice of renal replacement therapy modality and dialysis dependence after acute kidney injury: a systematic review and meta-analysis. *Intensive Care Med*. 2013;39(6):987–997. doi:10.1007/s00134-013-2864-5
- Prowle JR, Bellomo R. Continuous renal replacement therapy: recent advances and future research. *Nat Rev Nephrol*. 2010;6(9):521–529. doi:10.1038/nrneph.2010.100
- Tolwani A. Continuous renal-replacement therapy for acute kidney injury. *N Engl J Med*. 2013;368(12):1160–1161. doi:10.1056/NEJMc1301071
- Wald R, Shariff SZ, Adhikari NK, et al. The association between renal replacement therapy modality and long-term outcomes among critically ill adults with acute kidney injury: a retrospective cohort study*. *Crit Care Med*. 2014;42(4):868–877. doi:10.1097/CCM.0000000000000042
- Schoenfelder T, Chen X, Bleß HH. Effects of continuous and intermittent renal replacement therapies among adult patients with acute kidney injury. *GMS Health Technol Assess*. 2017;13: Doc01. Published 2017 Mar 1. doi:10.3205/hta000127
- Manns B, Doig CJ, Lee H, et al. Cost of acute renal failure requiring dialysis in the intensive care unit: clinical and resource implications of renal recovery. *Crit Care Med*. 2003;31(2):449–455. doi:10.1097/01.CCM.00000045182.90302.B3
- Hoste EAJ, Kellum JA, Selby NM, Zarbock A, Palevsky PM, Bagshaw SM, et al. Global epidemiology and outcomes of acute kidney injury. *Nat Rev Nephrol*. 2018;14(10):607–625. doi: 10.1038/s41581-018-0052-0
- Claudio Ronco Rinaldo Bellomo, John A Kellum Acute kidney injury 2019 Nov 23;394(10212):1949–1964. doi: 10.1016/S0140-6736(19)32563-2. Lancet
- Клинические рекомендации «Острое повреждение почек» Минздрава России от 2020 года
- Alvarez G, Chrusch C, Hulme T, Posadas-Calleja JG. Renal replacement therapy: a practical update. *Traitement substitutif de l'insuffisance rénale: une mise à jour pratique*. *Can J Anaesth*. 2019;66(5):593–604. doi:10.1007/s12630-019-01306-x
- Ronco C, Ricci Z. Renal replacement therapies: physiological review. *Intensive Care Med*. 2008;34(12):2139–2146. doi:10.1007/s00134-008-1258-6
- Tekdöğ Şeker Y, Çukurova Z, Özel Bilgi D, Hergünel O. Prognostic Impact of Early Versus Late Initiation of Renal Replacement Therapy Based on Early Warning Algorithm in Critical Care Patients With Acute Kidney Injury. *Ther Apher Dial*. 2020;24(4):445–452. doi:10.1111/1744-9987.13449
- Yoon BR, Leem AY, Park MS, Kim YS, Chung KS. Optimal timing of initiating continuous renal replacement therapy in septic shock patients with acute kidney injury. *Sci Rep*. 2019;9(1):11981. Published 2019 Aug 19. doi:10.1038/s41598-019-48418-4
- Mayumi K, Yamashita T, Hamasaki Y, et al. IMPACT OF CONTINUOUS RENAL REPLACEMENT THERAPY INTENSITY ON SEPTIC ACUTE KIDNEY INJURY. *Shock*. 2016;45(2):133–138. doi:10.1097/SHK.0000000000000496
- Salahuddin N, Sammani M, Hamdan A, Joseph M, Al-Nemary Y, Alqaiz R, Dahli R, Maghrabi K. Fluid overload is an independent risk factor for acute kidney injury in critically ill patients: results of a cohort study. *BMC Nephrol*. 2017 Feb 1;18(1):45. doi:10.1186/s12882-017-0460-6. PMID: 28143505; PMCID: PMC5286805
- Vaara ST, Korhonen AM, Kaukonen KM, Nisula S, Inkinen O, Hoppu S, Laurila JJ, Mildh L, Reinikainen M, Lund V, Parviainen I, Pettilä V; FINNAKI Study Group. Fluid overload is associated with an increased risk for 90-day mortality in critically ill patients with renal replacement therapy: data from the prospective FINNAKI study. *Crit Care*. 2012 Oct 17;16(5): R197. doi: 10.1186/cc11682. PMID: 23075459; PMCID: PMC3682299
- Zhang K, Zhang H, Zhao C, et al. The furosemide stress test predicts the timing of continuous renal replacement therapy initiation in critically ill patients with acute kidney injury: a double-blind prospective intervention cohort study. *Eur J Med Res*. 2023;28(1):149. Published 2023 Apr 5. doi:10.1186/s40001-023-01092-9
- Pérez-Fernández X, Sabater-Riera J, Sileanu FE, et al. Clinical variables associated with poor outcome from sepsis-associated acute kidney injury and the relationship with timing of initiation of renal replacement therapy. *J Crit Care*. 2017;40:154–160. doi:10.1016/j.jcrc.2017.03.022
- Katayama S, Uchino S, Uji M, et al. Factors predicting successful discontinuation of continuous renal replacement therapy. *Anaesth Intensive Care*. 2016;44(4):453–457. doi:10.1177/0310057X1604400401
- Monard C, Rimmelé T, Ronco C. Extracorporeal Blood Purification Therapies for Sepsis. *Blood Purif*. 2019;47 Suppl 3:1–14. doi:10.1159/000499520
- Ronco C. Evolution of technology for continuous renal replacement therapy: forty years of continuous renal replacement therapy. In: Bellomo R, Kellum JA, La Manna G, Ronco C, editors. 40 years of continuous renal replacement therapy. vol. 194. Basel: Karger; 2018. p. 1–14. <https://doi.org/10.1159/000485596>.
- Bell M, Granath F, et al. Continuous renal replacement therapy is associated with less chronic renal failure than intermittent haemodialysis after acute renal failure. *Intensive Care Med*. 2007;33:773–80
- Wang AY, Bellomo R. Renal replacement therapy in the ICU: intermittent hemodialysis, sustained low-efficiency dialysis or continuous renal replacement therapy? *Curr Opin Crit Care*. 2018;24(6):437–442. doi:10.1097/MCC.0000000000000541

56. Fayad All, Buamscha DG, Ciapponi A. Timing of renal replacement therapy initiation for acute kidney injury. *Cochrane Database Syst Rev*. 2018;12(12): CD010612. Published 2018 Dec 18. doi:10.1002/14651858.CD010612.pub2
57. Gupta V, Kapoor S, Makkar V, et al. Managing patients of shock and acute kidney injury in tertiary care cardiac ICU: Experience with continuous renal replacement therapy. *Indian Heart J*. 2021;73(5):594–598. doi:10.1016/j.ihj.2021.08.003
58. Хорошилов С.Е., Карпун Н.А., Половников С.Г., Никулин А.В., Кузовлев А.Н. Селективная гемосорбция эндотоксина в лечении абдоминального сепсиса. *Общая реаниматология*. 2009;5(6):83. <https://doi.org/10.15360/1813-9779-2009-6-83>
Khoroshilov S.E., Karpun N.A., Polovnikov S.G., Nikulin A.V., Kuzovlev A.N. Selective hemosorption of endotoxin in the treatment of abdominal sepsis. *General resuscitation*. 2009;5(6):83. <https://doi.org/10.15360/1813-9779-2009-6-83>
59. Ярустовский М.Б., Абрамян М.В., Попок З.В., Назарова Е.И., Ступченко О.С., Попов Д.А., Плющ М.Г. Селективная гемоперфузия при грамотрицательном тяжелом сепсисе у больных после кардиохирургических операций. *Анестезиология и реаниматология*. 2010; 5: 60–65. УДК 615.246.2.03: 616.94-02: 616.12-089.166. Elibrary ID: 15250841. EDN: MVTCEB
Yarustovsky M.B., Abramyan M.V., Popok Z.V., Nazarova E.I., Stupchenko O.S., Popov D.A., Plyushch M.G. Selective hemoperfusion for gram-negative severe sepsis in patients after cardiac surgery. *Anesthesiology and resuscitation*. 2010; 5: 60–65. UDC 615.246.2.03: 616.94-02: 616.12-089.166. Elibrary ID: 15250841. EDN: MVTCEB
60. Гендель Л.А., Соколов А.А., Губанова С.Н., Адамова И.Ю., Левашов П.А. Первый клинический опыт применения колонок для ЛПС-адсорбции «Токсипак» в лечении пациентов с сепсисом // *Вестник анестезиологии и реаниматологии*. – 2017. – Т. 14, № 5. – С. 42–50. DOI: 10.21292/2078-5658-2017-14-5-42-50
Gendel L.A., Sokolov A.A., Gubanov S.N., Adamova I.Yu., Levashov P.A. First clinical experience of using columns for LPS adsorption "Toxipak" in the treatment of patients with sepsis // *Bulletin of Anesthesiology and resuscitation*. – 2017. – Т. 14, No. 5. – P. 42–50. DOI: 10.21292/2078-5658-2017-14-5-42-50
61. Хорошилов С.Е., Никулин А.В., Бессонов И.В., Морозов А.С., Ярема И.В. Эффективность и безопасность нового изделия для ЛПС-селективной гемосорбции (экспериментальное исследование). *Общая реаниматология*. 2018;14(6):51–60. <https://doi.org/10.15360/1813-9779-2018-6-51-60>
Khoroshilov S.E., Nikulin A.V., Bessonov I.V., Morozov A.S., Yarema I.V. Efficacy and safety of a new product for LPS-selective hemosorption (experimental study). *General resuscitation*. 2018;14(6):51–60. <https://doi.org/10.15360/1813-9779-2018-6-51-60>
62. Магомедов М.А., Ким Т.Г., Масолитин С.В., Яралян А.В., Калинин Е.Ю., Писарев В.М. Использование сорбента на основе сверхсшитого стирол-дивинилбензольного сополимера с иммобилизованным ЛПС-селективным лигандом при гемоперфузии для лечения пациентов с септическим шоком. *Общая реаниматология*. 2020;16(6):31–53. <https://doi.org/10.15360/1813-9779-2020-6-31-53>
Magomedov M.A., Kim T.G., Masolitin S.V., Yarlyan A.V., Kalinin E.Yu., Pisarev V.M. Use of a sorbent based on a hyper-crosslinked styrene-divinylbenzene copolymer with an immobilized LPS-selective ligand during hemoperfusion for the treatment of patients with septic shock. *General resuscitation*. 2020;16(6):31–53. <https://doi.org/10.15360/1813-9779-2020-6-31-53>
63. Масолитин С.В., Проценко Д.Н., Тюрин И.Н., Ким Т.Г., Магомедов М.А., Гришина А.А., Гельфанд Е.Б., Игнатенко О.В., Быков А.О., Калинин Е.Ю., Яралян А.В. Применение комбинированной экстракорпоральной детоксикации у пациентов с тяжелым острым панкреатитом: ретроспективное когортное исследование. *Вестник интенсивной терапии им. А.И. Салтанова*. 2023;3:108–121. <https://doi.org/10.21320/1818-474X-2023-3-108-121>
64. Марухов А.В., Хорошилов С.Е., Захаров М.В., Никулин А.В., Чубченко Н.В. Применение экстракорпоральной детоксикации в комплексном лечении тяжелого острого панкреатита. *Анестезиология и реаниматология*. 2020;5:23–29. <https://doi.org/10.17116/anaesthesiology202005123>
Marukhov A.V., Khoroshilov S.E., Zakharov M.V., Nikulin A.V., Chubchenko N.V. The use of extracorporeal detoxification in the complex treatment of severe acute pancreatitis. *Anesthesiology and resuscitation*. 2020;5:23–29. <https://doi.org/10.17116/anaesthesiology202005123>
65. Масолитин С.В., Проценко Д.Н., Тюрин И.Н., Мамонтова О.А., Магомедов М.А. Современный взгляд на применение методов экстракорпоральной детоксикации при рабдомиолизе (обзор). *Общая реаниматология*. 2022;18(3):59–68. <https://doi.org/10.15360/1813-9779-2022-3-59-68>. EDN: GZACAV
Masolitin S.V., Protsenko D.N., Tyurin I.N., Mamontova O.A., Magomedov M.A. Modern view on the use of extracorporeal detoxification methods for rhabdomyolysis (review). *General resuscitation*. 2022;18(3):59–68. <https://doi.org/10.15360/1813-9779-2022-3-59-68>. EDN: GZACAV
66. Ковзель В.А., Давыдова Л.А., Карзин А.В., Царенко С.В., Батурова В.Ю., Полупан А.А., Гутников А.И. Методы экстракорпоральной гемокоррекции при сепсисе (обзор). *Общая реаниматология*. 2023;19(2):68–82. <https://doi.org/10.15360/1813-9779-2023-2-2282>
Kovzel V.A., Davydova L.A., Karzin A.V., Tsarenko S.V., Baturova V.Yu., Polupan A.A., Gutnikov A.I. Methods of extracorporeal hemocorrection for sepsis (review). *General resuscitation*. 2023;19(2):68–82. <https://doi.org/10.15360/1813-9779-2023-2-2282>
67. Ибадов Р.А., Исмаилов Е.Л., Ибрагимов С.Х. Применение экстракорпоральных систем протезирования функций печени при острой декомпенсированной печеночной недостаточности. *Общая реаниматология*. 2021;17(4):12–21. <https://doi.org/10.15360/1813-9779-2021-4-12-21>
Ibadov R.A., Ismailov E.L., Ibragimov S.Kh. The use of extracorporeal systems for liver function prosthetics in acute decompensated liver failure. *General resuscitation*. 2021;17(4):12–21. <https://doi.org/10.15360/1813-9779-2021-4-12-21>
68. Хорошилов С.Е., Никулин А.В. Детоксикация при критических состояниях: понимание научной проблемы в XXI веке (обзор). *Общая реаниматология*. 2017;13(5):85–108. <https://doi.org/10.15360/1813-9779-2017-5-85-108>
Khoroshilov S.E., Nikulin A.V. Detoxification in critical illness: understanding the scientific problem in the 21st century (review). *General resuscitation*. 2017;13(5):85–108. <https://doi.org/10.15360/1813-9779-2017-5-85-108>
69. Барбараш Л.С., Плотников Г.П., Шукевич Д.Л., Хаес Б.Л., Шукевич Л.Е., Чурляев Ю.А., Григорьев Е.В. Обоснование ранней заместительной почечной терапии при полиорганной недостаточности. *Общая реаниматология*. 2010;6(6):29. <https://doi.org/10.15360/1813-9779-2010-6-29>
Barbarash L.S., Plotnikov G.P., Shukevich D.L., Khaes B.L., Shukevich L.E., Churlyayev Yu.A., Grigoriev E.V. Rationale for early renal replacement therapy for multiple organ failure. *General resuscitation*. 2010;6(6):29. <https://doi.org/10.15360/1813-9779-2010-6-29>

Статья поступила / Received 05.03.24
Получена после рецензирования / Revised 06.03.24
Принята в печать / Accepted 07.03.24

Сведения об авторах

Александровский Александр Алексеевич, врач-анестезиолог-реаниматолог отделения реанимации и интенсивной терапии для пациентов хирургического профиля², соискатель отдела анестезиологии-реаниматологии¹. E-mail: eyeless@mail.ru. ORCID: 0000-0001-9848-3554

Суряхин Виктор Станиславович, к.м.н., рук. службы реанимации и интенсивной терапии², в.н.с. организационно-методического отдела по анестезиологии и реаниматологии³. E-mail: surjakhin@mail.ru. ORCID: 0000-0001-9651-4759

Саликов Александр Викторович, к.м.н., гл. врач², доцент кафедры общей хирургии. E-mail: gkb12@zdrav.mos.ru

Раутбарт Сергей Александрович, к.м.н. врач-анестезиолог-реаниматолог отделения реанимации и интенсивной терапии для пациентов хирургического профиля², врач высшей категории, московский врач. E-mail: raut2s@mail.ru. ORCID: 0000-0001-8833-3886

Махмудов Даниял Муратбекович, врач-анестезиолог-реаниматолог отдела анестезиологии-реаниматологии¹. E-mail: daniyalmahmudov@mail.ru. ORCID: 0009-0007-3370-3000

Гейзе Антон Викторович, к.м.н., врач-анестезиолог-реаниматолог отдела анестезиологии-реаниматологии¹. E-mail: Antongeyze@mail.ru

¹ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр хирургии имени А.В. Вишневского», Москва

²ГБУЗ «Городская клиническая больница имени В.М. Буянова Департамента здравоохранения города Москвы», Москва

³ГБУ «Научно-исследовательский институт организации здравоохранения и медицинского менеджмента Департамента здравоохранения города Москвы», Москва

Автор для переписки: Александровский Александр Алексеевич. E-mail: eyeless@mail.ru

Для цитирования: Александровский А.А., Суряхин В.С., Саликов А.В., Раутбарт С.А., Махмудов Д.М., Гейзе А.В. Заместительно-почечная терапия у пациентов в критическом состоянии. *Медицинский алфавит*. 2024; (3): 36–47. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2024-3-36-47>

About authors

Aleksandrovsky Alexander A., anesthesiologist-resuscitator at Dept of Intensive Care for surgical patients², candidate of Dept of Anesthesiology and Resuscitation¹. E-mail: eyeless@mail.ru. ORCID: 0000-0001-9848-3554

Suryakhin Viktor S., PhD Med, head of the Resuscitation and Intensive Care Service², leading researcher at Organizational and Methodological Dept for Anesthesiology and Resuscitation³. E-mail: surjakhin@mail.ru. ORCID: 0000-0001-9651-4759

Salikov Alexander V., Ph.D., chief physician², associate professor at Dept of General Surgery. E-mail: gkb12@zdrav.mos.ru

Rautbart Sergey A., PhD Med, anesthesiologist-resuscitator at Dept of Intensive Care for surgical patients², physician of the highest category, Moscow physician. E-mail: raut2s@mail.ru. ORCID: 0000-0001-8833-3886

Makhmudov Daniyal M., anesthesiologist-resuscitator at Dept of Anesthesiology and Resuscitation¹. E-mail: daniyalmahmudov@mail.ru. ORCID: 0009-0007-3370-3000

Geise Anton V., Ph.D., anesthesiologist-resuscitator at Dept of Anesthesiology and Resuscitation¹. E-mail: Antongeyze@mail.ru

¹National Medical Research Center for Surgery named after A.V. Vishnevskiy, Moscow, Russia

²City Clinical Hospital named after V.M. Buyanov Department of Health Care of the City of Moscow, Moscow, Russia

³Research Institute of Healthcare Organization and Medical Management of the Moscow Health Department, Moscow, Russia

Corresponding author: Alexandrovskiy Alexander A. E-mail: eyeless@mail.ru

For citation: Aleksandrovskiy A.A., Suryakhin V.S., Salikov A.V., Rautbart S.A., Makhmudov D.M., Geise A.V. Renal replacement therapy in critical ill patients. *Medical alphabet*. 2024; (3): 36–47. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2024-3-36-47>