DOI: https://doi.org/10.51922/2074-5044.2026.4.144

Д. С. Третьяк, А. П. Трухан, К. А. Абдин, Д. М. Битковский, А. И. Добриянец, С. В. Сивко

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ВЫСОКООБЪЕМНОГО ПЛАЗМАФЕРЕЗА В КОМПЛЕКСНОЙ ТЕРАПИИ ОСТРОГО ПОВРЕЖДЕНИЯ ПОЧЕК

ГУ «432 ордена Красной Звезды Главный военный клинический медицинский центр Вооруженных Сил Республики Беларусь»

Экстракорпоральные методы детоксикации занимают прочное место в лечении многих заболеваний. Данные методики достаточно часто используются тогда, когда традиционные способы снижения интоксикации, аутоиммунного или воспалительного процесса становятся неэффективными.

Включение в комплексную интенсивную терапию заболеваний, которые сопровождаются ОПП с миоглобинемией высокообъемного плазмафереза является перспективной технологией.

Ключевые слова: *экстракорпоральные методы детоксикации, плазмаферез, острое повреждение почки, рабдомиолиз.*

D. S. Tratsiak, A. P. Trukhan, K. A. Abdin, D. M. Bitkouski, A. I. Dobryanets, S. V. Syvko

EXPERIENCE IN THE USE OF HIGH-VOLUME PLASMAFEREZE IN THE COMPLEX THERAPY OF ACUTE KIDNEY INJURY

State Institution «432 Orders of the Red Star Main Military Clinical Medical Center of the Armed Forces of the Republic of Belarus»

Extracorporeal methods of detoxification have a well-established place in the treatment of many diseases. These methods are often used when traditional methods of reducing intoxication, autoimmune, or inflammatory processes become ineffective.

The inclusion of high-volume plasmapheresis in the complex intensive care of diseases accompanied by AKI with myoglobinemia is a promising technology.

Key words: *extracorporeal detoxification methods, plasmapheresis, acute kidney injury, and rhabdomyolysis.*

В настоящее время экстракорпоральные методы детоксикации занимают прочное место в лечении многих заболеваний. Данные методики достаточно часто используются тогда, когда традиционные способы снижения интоксикации, аутоиммунного или воспалительного процесса становятся неэффективными.

Детальное изучение патогенетических аспектов ряда патологических состояний свидетельствуют о ведущей роли в их формировании накапливающихся во внутренних средах организма иммуноглобулинов, различных соединений, патобиологически активных белков и продуктов промежуточного обмена. Они имеют более высокую молекулярную массу по сравнению с метаболитами, характерными для повреждения почек. Поэтому эффективное извлечение их из крови с помощью стандартных диализаторов почти невозможно [2].

В 1914 году Абель сформулировал идею санации организма путем удаления плазмы вместе с патогенетически значимыми субстанциями.

Плазмаферез (Plasmapheresis) – аферез плазмы, неселективный метод экстракорпоральной гемокоррекции (далее ЭГК), в основе которого лежит полное либо частичное извлечение плазмы, выделенной из крови посредством центрифужной или мембранной технологии [7].

Различают донорский и лечебный плазмаферез. Донорский плазмаферез предназначен для заготовки компонентов крови, приготовления из них препаратов для инфузии с целью коррекции количественных и качественных нарушений системы крови. Лечебный плазмаферез применяют с целью снижения в плазме крови пациентов уровня иммуноглобулинов и иммунных комплексов, цитокинов и других патологических биологически активных субстанций, продуктов промежуточного и конечного метаболизма, микробных токсинов, микробных тел и вирусов.

Деплазмирование форменных элементов крови приводит также к позитивному влиянию на их функциональное состояние, что в итоге обеспечивает электрофоретические свойства эритроцитов и активизацию макрофагов. Кроме того, это способствует улучшению реологических и коагуляционных свойств крови [2].

Плазмаферез делится по удаляемому объему циркулирующей плазмы (далее ОЦП):

– низкообъемный (удаление до 20 % ОЦП);
– среднеобъемный (удаление до 20–50 % ОЦП);
– высокообъемный (удаление 50–70 % ОЦП).

Под плазмообменом (далее ПО) следует понимать плазмаферез с объемом удаления плазмы >70 % ОЦП. Иностранный термин Total Plasma Exchange (TPE) – «полный (тотальный) обмен плазмы» означает удаление 100–150 % ОЦП. Такая формулировка как Total Plasma Exchange – High Volume (TPE-HV) – «высокообъемный ПО» подразумевает под собой удаление 8–12 л. плазмы, что приблизительно соответствует 3–4 ОЦП [6].

Наиболее простой метод плазмафереза – «ручной», при котором в процессе хранения крови в контейнере в статическом режиме происходит ее сепарация на составляющие путем осаждения форменных элементов. Плазма удаляется, а форменные элементы ресуспензируются и реинфузируются пациенту или донору. Для сокращения времени разделения крови прибегают к помощи центрифуг. Этот метод получил название прерывистого или дискретного плазмафереза. Для сокращения времени операции созданы системы и разработаны методы непрерывного гравитационного (центрифужного) плазмафереза.

Благодаря развитию технологий полимеров, созданы фильтры, способные отделять плазму от форменных элементов крови, что способствовало разработке методики мембранного (фильтрационного) плазмафереза. Применение для изготовления фильтров мембран с различной пористостью позволило не только отделять плазму от форменных элементов, но и выделять из нее патологические субстанции [5]. Эта технология получила название «каскадный плазмаферез» (рис. 1).

В настоящей статье речь пойдет о центрифужном варианте плазмафереза.

При центрифужном плазмаферезе применяется различие в удельной плотности компонентов крови. Плазма обладает плотностью 1,025–1,029 г/мл, тромбоциты – 1,040 г/мл, лимфоциты – 1,050–1,061 г/мл, моноциты – 1,065–1,066 г/мл, эритроциты – 1,078–1,114 г/мл. Под действием центробежного ускорения центрифуги компоненты крови распределяются в соответствии с их удельной плотностью.

Центрифужный плазмаферез имеет преимущества по сравнению с мембранным в виде высокоскоростного компонента получения плазмы, и меньшей зависимости скорости выхода плазмы от скорости кровотока [3].

Применяя методику плазмафереза с целью извлечения или восполнения конкретных субстанций, врачи сталкиваются с подсчетом ОЦК и ОЦП. На пример: ОЦК взрослого человека составляет приблизительно 7 % массы тела, что соответствует 70 мл/кг.

Частота и кратность манипуляций ПО зависят от скорости восстановления баланса концентраций между сосудистым и внесосудистыми секторами и скоростью синтеза удаляемого вещества. В условиях стационара от 3 до 5 сеансов обмена 1,0–1,5 ОЦП достаточно для удаления большинства молекул до уровня < 90 %. Тем не менее, если вещества преимущественно внутрисосудистого характера (IgM), то даже одного сеанса ПО может быть достаточно.

Осложнения.

На возникновение осложнений плазмафереза могут повлиять несколько факторов:

– антикоагуляция;
– тип и объем замещающей жидкости;
– сосудистый доступ.

Наиболее распространенные осложнения включают парестезии связанные со снижением уровня кальция в крови ввиду применения цитрата. Для нейтрализации которого применяют 10 % раствор глюконата кальция внутривенно.

Легкие и среднетяжелые побочные явления аппаратного характера включают недостаточный приток крови (9,9 %), тревоги трансмембранного давления при ультрафильтрации (2,2 %). Осложнения неаппаратного характера включают локальные инфекции в области стояния катетера (1,9 %), тошнота и рвота (1 %), боли в груди (0,9 %), кровотечение (0,2, катетер-ассоциированный тромбоз вен (0,1 %).

Частота инфекций, вызванных ПО, в различных источниках, сильно различается, и патогенез инфекции остается спорным. Многократное проведение ПО с замещением раствором альбумина и особенно в сочетании с иммунодепрессантами приводит к выраженному снижению Ig и комплемента, что в итоге обусловливает иммунодефицитное состояние.

В основе рабдомиолизиндуцированного ОПП лежат следующие механизмы.

Образование внутриканальцевых цилиндров. Миоглобин свободно фильтруется в клубочках. Реабсорбция воды приводит к еще большему повышению концентрации миоглобина в просвете канальцев, где при

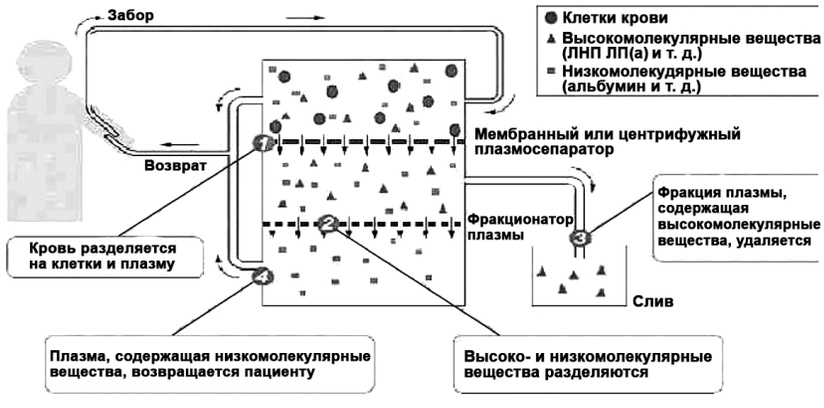


Рис. 1. Принципиальная схема аппаратных методик плазмафереза

взаимодействии с уромодулином (белком Тамма-Хорсфола) происходит формирование внутриканальцевых слепков-цилиндров.

Низкий pH в просвете канальцев вследствие развития метаболического ацидоза. Подкисление мочи способствует кристаллизации солей мочевой кислоты и преципитации миоглобина в канальцах.

Прямое цитотоксическое действие гемма.

Разрушение миоглобина в канальцах, которое сопровождается высвобождением свободного железа, инициирует образование свободных радикалов, что в свою очередь усугубляет повреждение канальцевого эпителия [1,4].

Миоглобин в норме в крови содержится от 21 до 66 мкг/л. При значении > 250 мкг/л моча приобретает красно-бурый окраС. По сравнению с КФК миоглобин появляется раньше, уже через 2 часа после повреждения мышц, и достигает пика через 6 часов.

Цель исследования

Целью нашего исследования было показать эффективность применения высокообъемного плазмафереза в комплексной терапии сепсиса осложненного острым повреждением почек (далее ОПП) на фоне рабдомиолиза, и как следствие миоглобинемии.

Клинический пример

Пациент М., заболел вечером 19.11.25 после занятий по физической подготовке появился дискомфорт в животе. 20.11.25 утром боль усилилась, отмечал повышение температуры до 39,9 °С, несколько раз была рвота (имелись прожилки крови), появилась выраженная общая слабость, геморрагическая сыпь на верхней половине туловища. Госпитализирован в районную больницу. Переведен 21.11.25 в 432 ГВКМЦ с диагнозом: Криптогенный сепсиС. Менингококцемия? Внегоспитальная двусторонняя полисегментарная вирусно-бактериальная пневмония, тяжелое течение. ДН1. Инфекционно-токсический шок. ДВС синдром. СПОН. ОССН. Вторичная коагулопатия. Тромбоцитопения. Инфекционно-токсическая, ишемическая нефропатия. ОПП 3 стадия Эрозивная геморрагическая гастропатия. Гепатомегалия. Нефроптоз справа.

Общее состояние тяжелое, обусловлено общеинфекционной интоксикацией, инфекционно-токсическим шоком, ДВС-синдромом, дыхательной и сердечно-сосудистой недостаточностью, острым повреждением почек, признаками печеночной недостаточности. Сознание ясное (ШКГ 15 баллов). Доступен продуктивному контакту. На вопросы отвечает адекватно. Зрачки D = S, фотореакция сохранена. Нормостенического телосложения. Мышечный тонус достаточный. Менингеальные симптомы (ригидность затылочных мышц, симптомы Кернига, Брудзинского), очаговая симптоматика не определяются. Кожа и видимые слизистые бледно-розовые, тургор кожи достаточный, мелкоточечные геморрагические высыпания на спине, боковых поверхностях грудной клетки, лице, шее без склонности к слиянию. Субконъюнктивальное кровоизлияние с обеих сторон. Периферические лимфоузлы не увеличены. Т 36,5 °С. В легких дыхание жесткое, ослабление дыхания в нижних отделах с обеих сторон. ЧД 22 в мин. SPO2 98 % с инсуффляцией О2 5 л/мин. Тоны сердца приглушены, ритмичные. ЧСС 110 уд/мин. АД 100/60 мм рт.ст. с вазопрессорной поддержкой норадреналином 0,55 мкг/кг МТ/мин. Живот мягкий. Печень у края реберной дуги, селезенка не пальпируется. Симптом поколачивания по поясничной области положителен с обеих сторон. Анурия.

На вторые сутки консилиумом принято решение о проведении почечно-заместительной терапии в режиме CVVHDF (продленная вено-венозная гемодиафильтрация), антипротеиназной и анти-ЛПС сорбции с поддержкой высокообъемным плазмаферезом, с целью снижения уровня провоспалительных цитокинов и миоглобина.

В качестве сосудистого доступа была предложена катетеризация бедренной вены двухпросветным диализным катетером длиной 25 см.

Операция плазмафереза была проведена на сепараторе клеток крови AS-204 Frisenius COM. TEC с кратностью до 6 раз (рис. 2).

Скорость кровотока составила 30 мл/мин. Объем элиминируемой плазмы-1500 мл. Объем замещения – 1000 мл, баланс 100 %. Замещающие растворы: плазма свежезамороженная одногруппная- 1000 мл, физиологический раствор NaCl 0,9 % – 1500,0. Соотношение цитрат кровь 1:12, с последующей нейтрализацией цитрата 10 % раствором глюконата кальция, в объеме 20 мл/ч. Стоит отметить, что данная операция проходила параллельно с процедурой гемодиафильтрации.

Как видно из рисунка 3, уже на следующие сутки комплексной терапии ОПП уровень миоглобина начал снижаться.

Незначительное повышение лабораторного показателя уровня миоглобина от 27.11.25 и 30.11.25 объясняется увеличением интервала между операциями плазмафереза, тогда как процедура гемодиафильтрации продолжалась.



Рис. 2. Аппарат AS-204 Frisenius COM. TEC

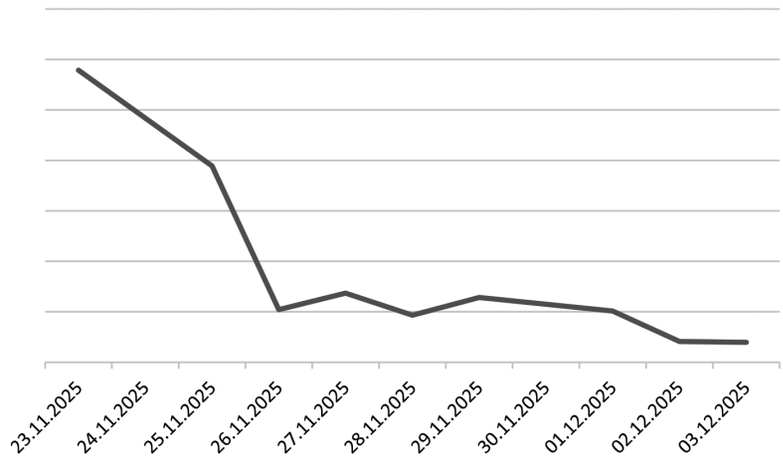


Рис. 3. Динамика уровня миоглобина

Перед переводом в общесоматический стационар, общее состояние пациента оставалось средней степени тяжести, стабильное. В сознании, доступен продуктивному контакту. Психоневрологический статус прежний. Кожа и видимые слизистые бледной окраски, теплые. Температура 36,4°С. Сохранялись субконъюнктивальные кровоизлияния с обеих сторон (регрессируют в динамике). Дыхание самостоятельное, эффективное. ЧД 16 в мин. При аускультации – жесткое, ослаблено в нижних отделах, больше справа. Тоны сердца приглушены, ритмичные. ЧСС 78 уд/мин, ритмичные. АД 137/82 мм рт.ст. SpO2 98 % без респираторной поддержки. ЦВД 7 см вод. ст. Язык влажный, обложен белым налетом у корня. Живот мягкий, не вздут, участвует в акте дыхания, безболезненный. Перитонеальных симптомов нет. Перистальтика кишечника выслушивается, активная. Мочится самостоятельно. Диурез 1200 мл/сут.

Согласно данным литературных источников применение неселективных методов афереза при рабдомиолизе не рекомендовано, поскольку миоглобин – средняя молекула, которая распределяется в ОЦП и интерстиции, и выполнение однократной процедуры плазмафереза в условиях постоянно увеличивающейся концентрации не будет приводить к значимому ее снижению в организме.

Тем не менее, включение в интенсивную терапию ОПП высокообъемного плазмафереза (4 сеанса) параллельно с гемодиафильтрацией привело к значительному снижению концентрации миоглобина в крови.

Таким образом, включение в комплексную интенсивную терапию заболеваний, которые сопровождаются ОПП с миоглобинемией высокообъемного плазмафереза является перспективной технологией и требует дальнейшего исследования.

Литература

1. *Заморский, И. И.*, Щудрова, Т. С. Дудка, Е. А. Рабдомиолиз – индуцированное острое повреждение почек и ренопротекция мелатонином. 2019. Т. 64 № 5. – С. 804–807.

2. *Кирковский В. В.* Физико-химические методы коррекции гомеостаза. Монография. – М.: Издательский дом «Русский врач». 2012. – 216 с.

3. *Калинин, Н. Н* и соавт. Клиническое применение экстракорпоральных методов лечения – М., 2007. – 168 с.

4. *Масолитин, С. В.* и соавт. Современный взгляд на применение методов экстракорпоральной детоксикации при рабдомиолизе (обзор). Общая реаниматология. 2022; 18 (3): 59–68.

5. *Соколов, А. А.* и Попов, А. В. (2017) Каскадная плазмафильтрация: характеристика метода, выбор оборудования. Тверской медицинский журнал (5). – С. 46–58.

6. *Экстракорпоральное* очищение крови в интенсивной терапии / М. С. Мендибаев. В. Н. Лыхин и соавт.; под ред. С. И. Рея, А. Ю. Буланова. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2025. – 368 с.

7. *Экстракорпоральная* гемокоррекция: терминология, языковые соответствия: Методические рекомендации НП «Национальное общество специалистов в области гемафереза и экстракорпоральной гемокоррекции». М., СПб., 2016. – 36 с.

References

1. *Zamorskij I. I.*., T. S. SHCHudrova, E. A. Dudka. Rabdomioliz – inducirovannoe ostroe povrezhdenie pochek i renoprotekciya melatoninom. 2019. T. 64 № 5. S. 804–807.

2. *Kirkovskij V. V.* Fiziko-himicheskie metody korrekcii gomeostaza. Monografiya. – M.: Izdatel'skij dom «Russkij vrach». 2012. – 216 s.

3. *Kalinin N. N* i soavt. Klinicheskoe primenenie ekstrakorporal'nyh metodov lecheniya – M., 2007. – 168 s.

4. *Masolitin, S. V.* i soavt. Sovremennyj vzglyad na primenenie metodov ekstrakorporal'noj detoksikacii pri rabdomiolize (obzor). Obshchaya reanimatologiya. 2022; 18 (3): 59–68.

5. *Sokolov, A. A.* i Popov, A. V. (2017) Kaskadnaya plazmafil'traciya: harakteristika metoda, vybor oborudovaniya. Tverskoj medicinskij zhurnal (5). – S. 46–58.

6. *Ekstrakorporal'noe* ochishchenie krovi v intensivnoj terapii / M. S. Mendibaev. V. N. Lyhin i soavt.; pod red. S. I. Reya, A. YU. Bulanova. – Moskva: GEOTAR- Media, 2025. – 368 s.

7. *Ekstrakorporal'naya* gemokorrekciya: terminologiya, yazykovye sootvetstviya: Metodicheskie rekomendacii NP «Nacional'noe obshchestvo specialistov v oblasti gemafereza i ekstrakorporal'noj gemokorrekcii». M., SPb., 2016. 36 s.

Поступила 20.05.2026 г.