ISSN print 2414-4517, ISSN online 2710-1487, https://ecm.knmu.edu.ua, ecm.journal@knmu.edu.ua

УДК: 616.25-002.3-08:615.38:615.831

ФОТОМОДИФІКАЦІЯ ЕРИТРОЦИТІВ У ДИСКРЕТНОМУ ПЛАЗМАФЕРЕЗІ ЯК МЕТОД ДЕТОКСИКАЦІЇ ПРИ ГОСТРІЙ ЕМПІЄМІ ПЛЕВРИ

Бойко В.В.[1, 2], Ткаченко В.В.[2, 3], Сочнєва А.Л.[3], Кріцак В.В.[2, 3]

[1]Харківський національний медичний університет, Харків, Україна
[2]Інститут загальної та невідкладної хірургії ім. В.Т. Зайцева НАМН України, Харків, Україна
[3]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків, Україна

Актуальність. Гостра емпієма плеври, незважаючи на традиційну терапію, часто супроводжується інтоксикацією та ускладненнями, а застосування плазмаферезу обмежене втратою білків, тому фотомодифікація еритроцитів є перспективним методом підсилення детоксикації та активації репарації.

Мета. Оцінити клінічну ефективність, безпеку та вплив на репарацію тканин трьох варіантів детоксикаційної гемокорекції: традиційного дискретного плазмаферезу з аутогемотрансфузією (ДПА), ДПА з частковою фотомодифікацією еритроцитів (ДПА-АЧФЕ) та малооб'ємного ДПА з повною фотомодифікацією еритроцитів (МДПА-АФЕ) у хворих на гостру емпієму плеври.

Матеріали та методи. У дослідження включені 105 пацієнтів із гострою неспецифічною емпіємою плеври, які були проліковані в клініці Інституту загальної та невідкладної хірургії ім. В.Т. Зайцева (2008–2024 рр.). Пацієнти були розподілені на чотири групи: групу порівняння з традиційним лікуванням (контроль), ДПА, ДПА-АЧФЕ та МДПА-АФЕ. Еферентні процедури проводили через день, контроль ефективності – за клінічними показниками (температура, тривалість гарячки, ступінь тяжкості), ускладненнями, морфологічними змінами. Статистичну обробку результатів проводили з використанням програм Excel 2020 (Microsoft, США) та "BioStat 2015" (BioStat Research and Development Center, Poland). Застосовано варіаційну статистику (середні, стандартні помилки, відносні величини, довірчі інтервали), t-критерій Стьюдента ($p<0,05$) та поправку Бонферроні для множинних порівнянь. Дослідження виконане як приватна ініціатива авторів, без грантової підтримки та державної реєстрації теми.

Етика дослідження. Дослідження проведено відповідно до принципів Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації (1964–2024) та схвалено етичною комісією Навчально-наукового медичного інституту Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» (протокол № 2 від 13.10.2023). Отримано інформовані згоди пацієнтів.

Результати. МДПА-АФЕ забезпечила найкращу динаміку: зниження температури до 37,1°С, найкоротший гарячковий період (18 днів), суттєве зменшення ускладнень та потреби в операціях, відсутність летальних випадків, а також стимуляцію рубцювання плевральних порожнин.

Висновки. МДПА-АФЕ є перспективним методом лікування гострої емпієми плеври, що поєднує ефективну детоксикацію, активацію репарації та зниження частоти ускладнень за відсутності летальних випадків у досліджуваній вибірці, однак для верифікації необхідні подальші багатоцентрові рандомізовані дослідження.

Ключові слова: *хірургія, гнійні захворювання плеври, лабораторна діагностика.*

Відповідальний автор: Сочнєва А.Л.
✉ кв. 45-А, буд. 24, вул. Сухумська,
м. Харків, 61145,Україна.
E-mail: sochnevanastya@gmail.com

Corresponding author: Sochnieva A.L.
✉ Apt. 45-A, 24, Sukhumska str.,
Kharkiv, 61145, Ukraine.
E-mail: sochnevanastya@gmail.com

© Бойко В.В., Ткаченко В.В., Сочнєва А.Л., Кріцак В.В., 2025

CC BY-NC-SA

© Boyko V.V., Tkachenko V.V., Sochnieva A.L., Kritsak V.V., 2025

ISSN print 2414-4517, ISSN online 2710-1487, https://ecm.knmu.edu.ua, ecm.journal@knmu.edu.ua

Цитуйте українською: Бойко ВВ, Ткаченко ВВ, Сочнєва АЛ, Кріцак ВВ. Фотомодифікація еритроцитів у дискретному плазмаферезі як метод детоксикації при гострій емпіємі плеври. Експериментальна і клінічна медицина. 2025;94(4):73-86. https://doi.org/10.35339/ekm.2025.94.4.bts

Cite in English: Boyko VV, Tkachenko VV, Sochnieva AL, Kritsak VV. Erythrocyte photomodification in discrete plasmapheresis as a detoxification method in acute pleural empyema. Experimental and Clinical Medicine. 2025;94(4):73-86. https://doi.org/10.35339/ekm.2025.94.4.bts [in Ukrainian].

Вступ

Гостра емпієма плеври залишається однією з найскладніших проблем сучасної торакальної хірургії та інтенсивної терапії. Незважаючи на значний прогрес у діагностиці, антибактеріальній терапії та малоінвазивних методах дренування плевральної порожнини, це захворювання й досі супроводжується високою частотою ускладнень, затяжним перебігом та значним рівнем летальності. Ситуацію ускладнює той факт, що емпієма плеври часто розвивається на тлі важкої інтоксикації, метаболічних порушень, імунодефіцитних станів та гнійно-септичних ускладнень, які суттєво погіршують прогноз [1; 2].

Загальноприйнята комплексна терапія, що включає дренування плевральної порожнини, масивну антибактеріальну підтримку та інфузійно-дезінтоксикаційне лікування, не завжди здатна забезпечити швидке усунення гнійно-запального процесу. Наявність великої кількості ендогенних токсинів, цитокінів, бактеріальних продуктів розпаду та імунопатологічних реакцій призводить до системної відповіді організму, яка нерідко прогресує до поліорганної дисфункції. Саме тому зростає потреба в методах, здатних цілеспрямовано впливати на системну інтоксикацію та корегувати порушення гомеостазу [3; 4].

Еферентні методи лікування, зокрема плазмаферез, привертають увагу як ефективні засоби зменшення токсичного навантаження та регуляції імунної відповіді. Проте класичні методики плазмаферезу не позбавлені недоліків: видалення значних об'ємів плазми супроводжується втратою антитіл, білків гострої фази, факторів згортання й компонентів, що забезпечують ефективність антибіотикотерапії. Тому виникає необхідність удосконалення еферентних методів таким чином, щоб їхня детоксикаційна дія не погіршувала імунологічні та метаболічні показники пацієнта [5; 6].

Одним із перспективних напрямів є використання фотомодифікації еритроцитів – методу, що дозволяє активувати мембранні та біофізичні властивості формених елементів крові, підсилити їхню участь у регуляції імунної реактивності та мікроциркуляції. Комбінування плазмаферезу з фотомодифікацією еритроцитів може забезпечити не лише ефективне видалення токсичних речовин, а й покращення реологічних характеристик крові та зменшення проявів запального процесу [7; 8].

Водночас у літературі бракує даних щодо порівняльної оцінки різних модифікацій плазмаферезу саме у хворих на гостру емпієму плеври. Недостатньо визначено, який метод забезпечує найбільший клінічний ефект, найменшу кількість ускладнень, сприяє скороченню оперативних втручань та покращує кінцеві результати лікування.

Усе це визначає високу актуальність дослідження, спрямованого на оцінку ефективності традиційного плазмаферезу та його варіантів із фотомодифікацією еритроцитів у складі комплексної терапії гострої емпієми плеври.

Це дослідження має важливе практичне значення, оскільки його результати можуть стати підґрунтям для вдосконалення стандартів лікування, зменшення частоти ускладнень та покращення прогнозу у даної категорії пацієнтів.

Метою дослідження була комплексна оцінка ефективності різних варіантів детоксикаційної гемокорекції, а саме традиційного дискретного

ISSN print 2414-4517, ISSN online 2710-1487, https://ecm.knmu.edu.ua, ecm.journal@knmu.edu.ua

плазмаферезу, його модифікації з частковою фотомодифікацією еритроцитів та малооб'ємного плазмаферезу з повною фотомодифікацією еритроцитарної маси, у лікуванні хворих на гостру емпієму плеври.

Матеріали та методи

У роботі проаналізовано результати комплексного обстеження та лікування 105 пацієнтів із гострою неспецифічною емпіємою плеври, які лікувалися на клінічній базі кафедри загальної хірургії, нормальної та топографічної анатомії Навчально-наукового медичного інституту Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» та ДУ «Інститут загальної та невідкладної хірургії імені В.Т. Зайцева НАМН України», м. Харків, (далі – Інститут) протягом 2008–2024 рр. Серед пацієнтів переважали чоловіки – 96 осіб, тоді як жінок було 9. Більшість хворих (69,5 %) були віком від 20 до 60 років; пацієнти до 20 років становили 9,5 %, а старші 60 років – 21,0 %. Середній вік становив [46,1±1,5] року.

Пацієнтів розподілили на чотири клінічні групи залежно від застосованої методики еферентної терапії. У групі I (порівняння, *n*=25) пацієнти отримували стандартне комплексне лікування, яке включало антибактеріальну терапію, дренування плевральної порожнини та інфузійно-дезінтоксикаційні процедури. Група II (ДПА, *n*=25) лікувалася за допомогою традиційного дискретного плазмаферезу з аутотрансфузією еритроцитарної маси. Пацієнти групи III (ДПА-АЧФЕ, *n*=25) проходили плазмаферез із частковою фотомодифікацією еритроцитів. Пацієнти групи IV (МДПА-АФЕ, *n*=30) отримували малооб'ємний дискретний плазмаферез з повною фотомодифікацією еритроцитів.

Для оцінки порівнянності груп проведено аналіз вихідних клінічних характеристик. Статистично значущих відмінностей між групами за віком (група порівняння – [46,3±1,4] року, ДПА – [45,9±1,6] року, ДПА-АЧФЕ – [46,5±1,5] року, МДПА-АФЕ – [45,7±1,7] року; $p>0,05$), статтю (співвідношення чоловіків та жінок у всіх групах становило приблизно 9:1; $p>0,05$), тривалістю захворювання до початку лікування ($p>0,05$) та частотою супутньої патології (цукровий діабет, артеріальна гіпертензія, хронічні захворювання легень; $p>0,05$) не виявлено. Таким чином, групи були репрезентативними за основними вихідними параметрами, що дозволяє порівнювати результати лікування.

Комплексне обстеження пацієнтів включало загальноклінічні аналізи крові та сечі, біохімічні показники, бактеріологічне дослідження пунктату та плеврального вмісту, рентгенографію, ультразвукове дослідження грудної клітки та, за потреби, комп'ютерну томографію. Оцінювали динаміку інтоксикаційного синдрому та функцію дихання. Ефективність лікування визначали за тривалістю гарячки та інтоксикації, швидкістю санації плевральної порожнини, частотою ускладнень, потребою у торакоскопічних або відкритих хірургічних втручаннях, загальними результатами лікування та летальністю. За наявності операційного матеріалу виконували морфологічний аналіз тканин плеври та легені для оцінки запалення та репаративних процесів.

Дискретний плазмаферез з аутогемотрансфузією (ДПА) проводили дискретним способом: після пункції кубітальної вени (або через підключичний катетер) здійснювали передексфузійну підготовку в об'ємі внутрішньовенної краплинної інфузії [800–1 000] мл розчину Рінгера чи фізіологічного розчину з 5 000 ОД гепарину. Потім фракційно (по 400 мл) здійснювали ексфузію [1 600–2 000] мл аутокрові у пластикові контейнери та після врівноваження контейнерів, центрифугували їх на центрифузі при [2 800–3 000] об/хв та температурі +22 °С протягом 15 хв. Плазму видаляли за допомогою плазмоекстрактора, а еритроцити розводили фізіологічним розчином у співвідношенні 2:1 та повертали хворому внутрішньовенно краплинно. При здійсненні однієї операції дискретного плазмаферезу забір крові здійснювали дискретно 4–5 разів. Дискретний плазмаферез з аутотрансфузією частково фотомодифікованих еритроцитів (ДПА-АЧФЕ) проводили способом, розробленим у клініці Інституту.

ISSN print 2414-4517, ISSN online 2710-1487, https://ecm.knmu.edu.ua, ecm.journal@knmu.edu.ua

Після пункції кубітальної вени (або через підключичний катетер), проводили передексфузійну підготовку у вигляді внутрішньовенної краплинної інфузії [800–1 000] мл розчину Рінгера або фізіологічного розчину з додаванням 5 000 ОД гепарину, як за традиційного ДПА. Потім фракційно (по 400 мл) проводили ексфузію 800 мл аутокрові у пластикові контейнери; після врівноваження яких їх центрифугували за [2 800–3 000] об/хв та температури +22 °С упродовж 15 хв. Плазму видаляли за допомогою плазмоекстрактора. Еритроцити розводили фізіологічним розчином або розчином Рінгера у співвідношенні 2:1 та повертали хворому внутрішньовенно крапельно після їхньої фотомодифікації ультрафіолетовими променями. Аутотрансфузію фотомодифікованих еритроцитів проводили у обсязі останньої порції аутоеритроцитної маси (3–4 мл/кг маси тіла хворого), розведеної розчином Рінгера у співвідношенні 2:1. Еритроцитну завись, що утворилася при цьому, переливали назад хворому внутрішньовенно краплинно зі швидкістю 60–70 крап/хв, що відповідало 6–7 мл/хв. Ультрафіолетове опромінення аутоеритроцитної суспензії здійснювали під час її трансфузії у кварцовій кюветі за допомогою дугової ртутної бактерицидної лампи ДРБ-8 (254 нм) у дозі падаючого випромінювання 400–500 Дж/м^2 (у середньому [450±25] Дж/м^2); фактичний час фотомодифікації становив 10,5–12,5 с. Забір крові проводили 4–5 разів за час операції.

Малооб'ємний дискретний плазмаферез з аутотрансфузією повністю фотомодифікованих еритроцитів (МДПА-АФЕ) проводили способом, розробленим нами, що відрізняється від вищеописаного тим, що забір крові здійснювали всього 2 рази, при цьому видаляли за операцію до 400–500 мл аутоплазми. Цей обсяг плазмовтрати був незначним, тому плазмозаміщення плазмою та білковими препаратами не здійснювали. З метою посилення детоксикаційного ефекту малооб'ємного плазмаферезу збільшили обсяг фотомодифікації еритроцитів, довівши його до 8–10 мл еритроцитної маси на кілограм маси тіла хворого, тобто всю еритроцитну масу, отриману в результаті МДПА, піддавали фотомодифікації та повертали до кровотоку за тією ж методикою, як й у ДПА-АЧФЕ.

При малооб'ємному ДПА видаляли до [500–600] мл, а при звичайному – до [1 000–1 300] мл аутоплазми за одну операцію. Плазмовтрату при ДПА та ДПА-АЧФЕ компенсували введенням розчинів Рінгера, глюкози 5 %, нативної плазми та альбуміну. Білкові препарати та препарати плазми крові, що вводили з метою компенсації плазмовтрати, становили 70–75 % об'єму плазмоексфузії. Загальний обсяг замісних інфузій та трансфузій становив 25–30 мл/кг маси тіла хворого. МДПА-АФЕ проводили без плазмозаміщення та вливання білкових препаратів. Лише в одного вкрай ослабленого хворого на гостру емпієму плеври при проведенні МДПА-АФЕ застосовували алоплазмо- та альбумінотрансфузію.

Трансфузіологічні операції (ТО) проводили від однієї до чотирьох на одного хворого з інтервалом через день. Контроль за ефективністю лікувальних заходів здійснювали за клінічними показниками та показниками гомеостазу.

До клінічних показників відносили: тривалість гарячкового періоду та максимальну аксилярну температуру тіла хворого до та після ТО, час перебування хворих у тяжкому стані, стані середньої тяжкості та у задовільному стані, загальний час перебування хворого у стаціонарі, число малоінвазивних втручань та операцій, клінічні та клініко-морфологічні наслідки захворювань, ускладнення, летальність та причини летальних наслідків у групах.

Дискретний плазмаферез з аутотрансфузією фотомодифікованих еритроцитів і без неї застосовувався в лікуванні гострих емпієм плеври у поєднанні з традиційним консервативним лікуванням.

Вивчалися зміни клінічної картини нагноєних захворювань плеври на тлі лікування малооб'ємним дискретним плазмаферезом з фотомодифікацією еритроцитів. При лікуванні хворих усіх груп спостерігали покращення загального самопочуття та появу апетиту. Посилювався відтік гнійного

ISSN print 2414-4517, ISSN online 2710-1487, https://ecm.knmu.edu.ua, ecm.journal@knmu.edu.ua

відокремлюваного по дренажах з плевральної порожнини, збільшувалася кількість гнійного та некротичного мокротиння, зменшувалися болі у грудній клітині, знижувалася температура тіла.

Тяжкість стану пацієнтів оцінювали на підставі сукупності клінічних критеріїв: до тяжкого стану відносили хворих з вираженою інтоксикацією, порушенням свідомості, гемодинамічною нестабільністю (систолічний артеріальний тиск нижче 90 мм рт. ст., потреба у вазопресорній підтримці), ознаками дихальної недостатності (SpO_2 < 90 % на тлі дихання повітрям); до стану середньої тяжкості – пацієнтів з помірною інтоксикацією, ясною свідомістю, компенсованою гемодинамікою, відсутністю дихальної недостатності або з її мінімальною вираженістю; до задовільного стану – хворих без ознак інтоксикації, з нормальною гемодинамікою та диханням.

Статистичну обробку результатів проводили з використанням програм Excel 2020 (Microsoft, США) та "BioStat 2015" (BioStat Research and Development Center, Poland). Застосовували методи варіаційної статистики з розрахунком середніх значень, стандартних помилок, відносних величин і довірчих інтервалів. Значущість відмінностей визначали за допомогою t-критерію Стьюдента при рівні p<0,05, а у разі множинних порівнянь використовували поправку Бонферроні для мінімізації ризику хибнопозитивних результатів.

Етика дослідження

Дослідження проведено відповідно до принципів Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації (1964–2024) та схвалено етичною комісією Навчально-наукового медичного інституту Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» (протокол № 2 від 13.10.2023). Від усіх пацієнтів отримано письмову інформовану згоду на використання клінічних даних у науковому дослідженні.

Результати

При застосуванні ДПА-АЧФЕ середня максимальна температура тіла у хворих на гострі емпієми плеври знижувалася з [38,5±0,09]°С до [37,5±0,17]°С (p<0,001), після МДПА-АФЕ – до [37,1±0,14]°С (p<0,001), а після традиційного ДПА – [37,8±0,27]°С (p<0,05). Після двотижневої інфузійно-трансфузійної терапії у хворих групи порівняння температура тіла знизилася до [38,0±0,15]°С (p<0,05) (*табл. 1*).

Тривалість гарячкового періоду становила: у групі порівняння – [26,80±3,26] доби, у групі ДПА – [24,40±1,36] доби, у групі ДПА-АЧФЕ – [25,80±2,13] доби, а в групі МДПА-АФЕ – [17,90±2,78] доби (p<0,01). Хворі в групі порівняння мали субфебрильну температуру тіла з періодичними підйомами практично протягом усього періоду лікування.

Таблиця 1. Деякі клінічні показники ефективності лікування хворих на гострі емпієми плеври

Показник	Група порівняння (n=25)	ДПА (n=25)	ДПА-АЧФЕ (n=25)	МДПА-АФЕ (n=30)
t-тіла при надходженні, °С	38,5±0,09	38,5±0,10	38,5±0,09	37,1±0,14
максимальна t-тіла після лікування	38,0±0,15	37,8±0,27	37,5±0,17	37,10±0,14
p – до вихідного	<0,05	<0,05	<0,001	<0,001
p – до контролю	–	>0,05	<0,05	<0,001
Період лихоманки, діб	26,8±3,26	24,4±1,36	25,8±2,13	17,9±2,78
p – до контролю	–	>0,05	>0,05	<0,01

Примітки:

p – достовірність показника;

n – кількість спостережень у групах;

ДПА – дискретний плазмаферез

ДПА-АЧФЕ – дискретний плазмаферез з автотрансфузією фотомодифікованих еритроцитів

МДПА-АФЕ – модифікований дискретний плазмаферез з автотрансфузією фотомодифікованих еритроцитів.

ISSN print 2414-4517, ISSN online 2710-1487, https://ecm.knmu.edu.ua, ecm.journal@knmu.edu.ua

Таким чином, при МДПА-АФЕ ми виявили більш виражену антигіпертермічну дію, ніж при інших аналізованих методах лікування.

Тривалість перебування хворих у тяжкому стані у групі порівняння становила [14,30±3,66] доби, у групі із застосуванням ДПА – [10,50±2,46] доби, у групах із застосуванням ДПА-АЧФЕ та МДПА-АФЕ – [6,85±1,81] (p<0,05) та [6,80±3,21] (p<0,05) доби відповідно.

Тривалість перебування хворих у стані середньої тяжкості в групі порівняння становила [10,80±1,76] доби, у групі із застосуванням ДПА – [15,30±2,24] доби (p<0,03), у групі із застосуванням ДПА-АЧФЕ та ДПА-АФЕ – [20,40±3,83] (p<0,05) та [10,90±2,24] доби відповідно.

Тривалість перебування у задовільному стані хворих в групі порівняння становила [20,20±4,38] доби, у групі із застосуванням ДПА – [13,90±2,6] доби, групах із застосуванням ДПА АЧФЕ та ДПА-АФЕ – [30,20±4,06] (p<0,01) та [31,90±4,02] (p<0,02) доби відповідно.

Середня загальна тривалість перебування хворих у стаціонарі становила у групі порівняння [45,10±6,26] доби (ліжко-днів), у групі з використанням ДПА – [39,80±4,39] доби, у групах із застосуванням ДПА-АЧФЕ та МДПА-АФЕ – [57,50±6,14] (p<0,05) та [51,70±6,47] доби відповідно.

Менша загальна тривалість перебування хворих у стаціонарі в групі з використанням ДПА та в групі порівняння порівняно з іншими групами була зумовлена більшою летальністю в цих групах. З іншого боку спостерігається достовірне зниження часу перебування хворих у важкому стані в групах з використанням фотомодифікації, а в групі з використанням МДПА-АФЕ – і часу перебування у стані середньої тяжкості. Загальний час переходу з важкого стану в задовільний при застосуванні МДПА-АФЕ був в середньому на 10 діб меншим, ніж у інших групах.

Лікування, що проводиться хворим на гострі емпієми плеври не завжди було ефективним – зустрічалися ускладнення. Зі 105 хворих даного етапу дослідження, яких ми спостерігали, ускладнення виникли у 75 (71,4 %). У деяких пацієнтів було кілька ускладнень, що пов'язано з тяжким патологічним процесом.

Структура ускладнень представлена у *табл. 2*. У групі порівняння захворювання ускладнилося у 19 (79,2 %) з 24: прогресування емпієми плеври – у 13, бронхоплевральна нориця– у 6, флегмона грудної стінки – у 3, сепсис – у 4, легенева кровотеча – у 4 (з розвитком гемопневмотораксу в одного хворого) та трахеобронхітом – у 4 хворих.

У групі з використанням ДПА, до якої увійшов 31 хворий, ускладнення спостерігали у 24 (77,4 %) пацієнтів, причому прогресування емпієми плеври спостерігали у 19 випадках: бронхоплевральну норицю – у 7, флегмону грудної стінки – у 7, кровотечу – у 5, сепсис – у 5, пневмонію контрлатерального легені – у 4 та серозний плеврит – у 2 хворих.

Таблиця 2. Ускладнення у хворих досліджуваних груп із гострими емпіємами плеври

	Група порівняння		ДПА		ДПА-АЧФЕ		МДПА-АФЕ	
	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%
Загальна кількість хворих	25	100,0	25	100,0	25	100,0	30	100,0
Кількість хворих з ускладненнями	19	76,0	17	68,0	16	64,0	12	40,0
Ускладнення								
Прогресування емпієми плеври	13	52,0	12	48,0	10	40,0	7	23,3
Бронхоплевральна нориця	5	20,0	5	20,0	4	16,0	3	10,0
Флегмона грудної стінки	3	12,0	3	12,0	3	12,0	2	6,7
Легенева кровотеча	3	12,0	3	12,0	2	8,0	2	6,7
Сепсис	3	12,0	3	12,0	1	4,0	1	3,3
Інші	2	8,0	3	12,0	2	8,0	4	13,3

Примітки:

ДПА – дискретний плазмаферез з аутогемотрансфузією;

ДПА-АЧФЕ – дискретний плазмаферез з аутогемотрансфузією частково фотомодифікованих еритроцитів;

МДПА-АФЕ – модифікований дискретний плазмаферез з аутогемотрансфузією фотомодифікованих еритроцитів.

ISSN print 2414-4517, ISSN online 2710-1487, https://ecm.knmu.edu.ua, ecm.journal@knmu.edu.ua

У групі, пролікованій із застосуванням ДПА-АЧФЕ, ускладнення виникли у 17 з 20 (85,0 %) пацієнтів: прогресування емпієми плеври – у 11 та бронхоплевральна нориця – у 6, флегмона грудної стінки – у 3, кровотечі – також у 3 хворих. Сепсис, гострий трахеобронхіт та плеврит зустрілися лише одноразово.

У групі із застосуванням МДПА-АФЕ ускладнення зафіксовані у 8 з 15 (53,3 %) хворих. Перебіг захворювання ускладнився прогресуванням емпієми плеври у 2 з них, бронхоплевральною норицею – у 1, флегмоною грудної стінки – у 1, кровотечею – у 1, сепсисом – у 1 серозним плевритом – у 1 та гнійним бронхітом – у 1 хворого.

При аналізі частоти ускладнень у хворих можна відзначити, що найчастіше спостерігалося прогресування основного захворювання – гострої емпієми плеври. Водночас у групах із застосуванням ДПА-АЧФЕ та МДПА-АФЕ спостерігали хворих на емпієму плеври, що розвинулася на тлі прориву абсцесу легені в плевральну порожнину та швидко регресувала під впливом використання малоінвазивних втручань. Досить часто зустрічалися бронхоплевральні нориці та флегмони грудної стінки, що виникають вже на тлі розвиненої емпієми плеври. При включенні до комплексу лікувальних заходів плазмаферезів із фотомодифікацією та без неї кількість цих ускладнень неухильно знижується, а при використанні МДПА-АФЕ стає у 2,5 раза меншою, ніж у групі порівняння.

Значно рідше за частотою ускладнень траплялися сепсис та кровотечі. Їхня частота знижувалася при застосуванні еферентних способів лікування.

Інші ускладнення траплялися рідше. Між частотою виникнення гнійно-септичних ускладнень, пов'язаних із генералізацією процесу (сепсис, абсцеси), та способом детоксикації виявлено прямий зв'язок.

Так, на тлі ДПА набагато частіше виникали пневмонії та абсцеси у контрлатеральній легені, абсцеси частіше прорівалися у плевральну порожнину, частіше виникали плеврити та генералізований сепсис, що, мабуть, обумовлено втратою плазми хворого, насиченої лікарськими препаратами (зокрема антибіотиками), антитілами та іншими корисними речовинами з одного боку та відсутністю фотомодифікаційної імуномоделюючої компенсації з іншого.

Найменша кількість ускладнень зафіксовано у групі із застосуванням малооб'ємного ДПА з АФЕ, особливо різко скоротилася кількість гнійно-септичних ускладнень.

Таким чином, у хворих на важкі гострі деструктивні плеврити використання ДПА достовірно не знижує загальну кількість ускладнень, а частка гнійно-септичних з них (особливо пов'язаних із генералізацією процесу) навіть збільшується порівняно з традиційним лікуванням, тоді як застосування ДПА-АЧФЕ знижує кількість загальних ускладнень на 16,2 % ($p<0,05$), а використання МДПА-АФЕ – на 44,4 % ($p<0,001$) щодо кількості ускладнень у групі порівняння. При цьому частка гнійно-септичних ускладнень при використанні плазмаферезів з фотомодифікацією еритроцитів зменшується у 2–2,5 раза.

Ми провели порівняльну оцінку характеру операційних втручань у групах (*табл. 3*). Ті чи інші хірургічні втручання в групі порівняння виконано у 20 хворих із 24 (83,3 %), причому тільки малоінвазивними втручаннями вдалося обійтися у 16 (80,0 %) із них (усім проводили дренування та редренування плевральних порожнин, а чотирьом з них – розкриття флегмон грудної стінки), іншим 4 (20%) пацієнтам довелося виконати торакотомії, з яких у 2 випадках проведено резекцію легень, а ще у 2 – пульмонектомію.

У групі із застосуванням ДПА прооперовано 19 (61,3 %) пацієнтів, причому малоінвазивними втручаннями обмежилися у 17 (89,5 %) випадках. Ними були: дренування плевральної порожнини – у 8, дренування флегмони грудної стінки – у 7, мікродренування абсцесу легені – у 2 пацієнтів. У 2 випадках була виконана резекція легень та декортикацію із плевректомією.

ISSN print 2414-4517, ISSN online 2710-1487, https://ecm.knmu.edu.ua, ecm.journal@knmu.edu.ua

Таблиця 3. Число хірургічних втручань та їх характер у хворих досліджуваних груп

Кількість хворих, *n* (%)	Група порівняння (*n*=25)		ДПА (*n*=25)		ДПА-АЧФЕ (*n*=25)		МДПА-АФЕ (*n*=30)	
	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%
Хворі, яким виконані втручання	20	80,0	17	68,0	15	60,0	14	46,7
Малоінвазивні втручання	16	80,0	15	88,2	13	86,7	11	78,6
Дренування плевральної порожнини	13	65,0	11	64,7	10	66,7	7	50,0
Розтин флегмони	4	20,0	4	23,5	3	20,0	2	14,3
Дренування абсцесу	1	5,0	2	11,8	2	13,3	3	21,4
Оперативні втручання								
Пульмонектомія	1	5,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Резекція легені	1	5,0	1	5,9	1	6,7	2	14,3
Декортикація з плевректомією	1	5,0	1	5,9	1	6,7	1	7,1
Торакопластика	1	5,0	0	0,0	2	10,0	0	0,0
Інше	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	7,1

Примітки:

ДПА – дискретний плазмаферез з аутогемотрансфузією;

ДПА-АЧФЕ – дискретний плазмаферез з аутогемотрансфузією частково фотомодифікованих еритроцитів;

МДПА-АФЕ – модифікований дискретний плазмаферез з аутогемотрансфузією фотомодифікованих еритроцитів.

З 20 хворих, пролікованих із застосуванням ДПА-АЧФЕ, прооперовано 14 (70,0 %). Малоінвазивними втручаннями обмежилися у 12 (85,7 %) із них, причому дренування плевральної порожнини виконано у 12, дренування флегмон грудної стінки – у 4 та мікродренування порожнини абсцесу – у 2 хворих, а 2 хворим довелося виконати операції: одному – торакопластику при хронізації емпіємами плеври, іншому спочатку виконали резекцію легень з плевректомією та декортикацією, потім торакопластику.

З 15 досліджуваних хворих, пролікованих у комплексі з МДПА-АФЕ, різного роду операції виконано 10 (66,7 %) пацієнтам. Малоінвазивні втручання проведено 7 (70,0 %) хворим: дренування плевральної порожнини – 7 (2 редренування), розтин флегмон грудної стінки – 2 та мікродренування порожнини абсцесу – 4 хворим.

Прооперовано 3 (30,0 %) пацієнтів (трьом хворим проведено резекцію легень, причому одному з них – з плевректомією).

Таким чином, використання ДПА призвело до зниження оперативної активності на 22,0 %, ДПА-АЧФЕ – на 31,5 %, а МДПА-АФЕ – на 53,3 % проти групи порівняння (*табл. 3*). При останньому способі лікування відбулося також зниження частки малоінвазивних втручань з відносним збільшенням частки операцій.

При аналізі ролі «малих» хірургічних втручань у тактиці лікування слід відзначити таку особливість: у міру вдосконалення еферентних технологій збільшується число планових ефективних малоінвазивних втручань, що ведуть до радикального лікування патологічного процесу.

Разом з тим зменшується кількість малоінвазивних втручань, пов'язаних із тривалим дренуванням плевральних порожнин через відсутність прогресу в лікуванні гнійного процесу у хворих, що підтверджується зменшенням частки дренування флегмон грудної стінки з 29,2 % у групі, пролікованій із застосуванням ДПА до 22,2 % при лікуванні ДПА-АЧФЕ та до 10,0 % у випадках лікування МДПА-АФЕ.

Крім того, спостерігається тенденція до зменшення кількості операцій на легенях приблизно на 16,3 % та збільшення кількості операцій на плеврі на 25,5 % у міру переходу до виконання плазмаферезів з фотомодифікацією еритроцитів та, особливо, малооб'ємних ДПА з повною фотомодифікацією червоних клітин крові. Наприклад, у групах, де проводили еферентні методи лікування, до пульмонектомій взагалі не вдавалися.

ISSN print 2414-4517, ISSN online 2710-1487, https://ecm.knmu.edu.ua, ecm.journal@knmu.edu.ua

Таблиця 4. Клінічні результати лікування у хворих досліджуваних груп

Показник	Група порівняння		ДПА		ДПА-АЧФЕ		МДПА-АФЕ		Усього	
	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%
Одужання	10	40,0	11	44,0	13	52,0	24	80,0	58	55,2
Поліпшення	8	32,0	9	36,0	9	36,0	4	13,3	30	28,6
Летальний	7	28,0	5	20,0	3	12,0	2	6,7	17	16,2
Усього	25	100,0	25	100,0	25	100,0	30	100,0	105	100,0

Примітки:

ДПА – дискретний плазмаферез з аутогемотрансфузією;

ДПА-АЧФЕ – дискретний плазмаферез з аутогемотрансфузією частково фотомодифікованих еритроцитів;

МДПА-АФЕ – модифікований дискретний плазмаферез з аутогемотрансфузією фотомодифікованих еритроцитів.

Зазначені тенденції не випадкові, а взаємозумовлені та свідчать не тільки про детоксикаційні, а й репаративні властивості плазмаферезів із фотомодифікаціями аутоеритроцитів з пріоритетом малооб'ємного ДПА з повною фотомодифікацією аутоеритроцитів.

Внаслідок використання різних комплексних методів лікування хворих отримано такі клінічні результати (*табл. 4*).

У групі із застосуванням МДПА-АФЕ одужання настало у 24 (80,0 %) хворих, поліпшення – у 4 (13,3 %), летальний наслідок – у 2 (6,7 %) пацієнтів. У групі ДПА-АЧФЕ одужання відбулося у 13 (52,0 %), поліпшення – у 9 (36,0 %), летальний кінець – у 3 (12,0 %). У групі ДПА одужання настало у 11 (44,0 %), поліпшення – у 9 (36,0 %), летальний наслідок – у 5 (20,0 %). У групі порівняння одужання настало лише у 10 (40,0 %), покращення – у 8 (32,0 %), летальний кінець – у 7 (28,0 %) хворих.

Очевидно, що використання трансфузіологічних операцій сприяє зниженню летальності та збільшенню кількості випадків одужання.

Так, ДПА-АЧФЕ знижує летальність на 8,0 % порівняно із середнім показником летальності в усіх групах та на 14,8 % порівняно з таким у групі із застосуванням ДПА, але кількість випадків одужання була на 4,9 % меншою за середню через вищу частку пацієнтів із тяжкими деструктивними формами емпієми у цій групі, та лише на 1,0 % більшою ніж при ДПА. Клінічні результати в групі, пролікованій із застосуванням МДПА-АФЕ, були ще кращими: у цій групі не було летальних наслідків і, водночас, кількість випадків одужання збільшилася на 20,3 % порівняно з середнім показником та на 26,2 % порівняно з таким при ДПА.

У групі із застосуванням ДПА-АЧФЕ одужання відбулося у 10 (50,0 %), поліпшення – у 8 (40,0 %), летальний кінець – у 2 (10,0 %); у групі з використанням МДПА-АФЕ одужання настало у 15 (100,0 %), летальних наслідків не було, тоді як у групі порівняння одужання настало лише у 8 (33,3 %), покращення – у 7 (29,2 %) та летальний кінець – у 9 (37,5 %) хворих. Однак у групі ДПА-АЧФЕ вдалося досягти одужання або значного поліпшення стану більшості тяжких хворих.

Вивчено морфологічні результати у виписаних хворих. Гострий запальний процес у легенях та плеврі завершувався лікуванням шляхом операції (станом після резекцій та повних видалень легені, ліквідацією запальних вогнищ у плевральній порожнині шляхом декортикацій, плевректомій та торакопластик), самостійним рубцюванням порожнин, переходом у пневмоцироз, кісту та хронічний абсцес легені, виникненням хронічної емпієми плеври.

У групі, де використовували МДПА-АФЕ, збільшилася частка самостійного рубцювання порожнин у легенях до 60,9 % проти 40,0–43,5 % в інших групах і водночас зменшилася частка хірургічного лікування запальних процесів.

Найбільш високою була кількість хронічних абсцесів та емпієм у групах, пролікованих із застосуванням ДПА та ДПА-АЧФЕ, а найменшою – у групі МДПА-АФЕ. Очевидно, що найменші наслідки виражених

ISSN print 2414-4517, ISSN online 2710-1487, https://ecm.knmu.edu.ua, ecm.journal@knmu.edu.ua

морфологічних змін спостерігали при малооб'ємних ДПА з повною фотомодифікацією еритроцитів, що пов'язано, ймовірно, з сильною стимуляцією адаптаційно-репаративних процесів ультрафіолетовим випромінюванням, а найбільші – у групі із застосуванням ДПА, що свідчить про необхідність не лише проведення детоксикації в цієї категорії хворих, а й одночасної стимуляції аутогенних адаптаційно-репаративних механізмів.

Дещо кращі результати в групі порівняння, ніж у групі із застосуванням ДПА, зумовлені високою ефективністю хірургічного лікування хворих у цій групі.

Летальних результатів було 20. Найбільша їх кількість – 9 (37,5 %) була у групі порівняння, дещо менше – 8 (25,8 %) – при використанні ДПА, найменше – 2 (10,0 %) – при застосуванні ДПА-АЧФЕ.

При використанні МДПА-АФЕ летальні результати були відсутні. Серед їх причин були такі: у групі порівняння 4 хворих померли від поліорганної (в основному від комбінації серцево-легеневої та нирково-печінкової) недостатності, 2 – від гострої легенево-серцевої недостатності, 2 – від легеневої кровотечі та 1 – від асфіксії; у групі із застосуванням ДПА у 3 хворих летальний кінець настав від поліорганної недостатності, у 1 – від гострої легенево-серцевої недостатності, у 2 – від кровотечі та ще у 2 – від асфіксії; у групі ДПА-АЧФЕ у одного хворого смерть настала від поліорганної недостатності та у двох інших – від кровотечі.

Обговорення результатів

Результати нашого дослідження свідчать про значні переваги малооб'ємного дискретного плазмаферезу з повною фотомодифікацією еритроцитів (МДПА-АФЕ) порівняно з традиційним плазмаферезом (ДПА) та ДПА з частковою фотомодифікацією (ДПА-АЧФЕ) у пацієнтів з гострою емпіємою плеври.

По-перше, МДПА-АФЕ забезпечила найбільш виражене зниження температури тіла (до 37,1 °С), однак цей показник залишався в межах субфебрильних значень. Тривалість гарячкового періоду в цій групі була найкоротшою серед усіх груп, що свідчить про швидше усунення інтоксикаційного синдрому. Це може свідчити про ефективніше зняття інтоксикаційного навантаження та медіаторів запалення, яке досягається за рахунок фотомодифікації еритроцитів. Ймовірно, ультрафіолетова обробка змінює властивості еритроцитів таким чином, що вони активніше беруть участь у рекуперації мікроциркуляції, підтримці клітинного обміну та регуляції імунних реакцій.

По-друге, значне скорочення часу перебування у тяжкому стані в групі МДПА-АФЕ (в середньому 6,8 доби) вказує не лише на детоксикаційний ефект, але й на зниження системного стресу, що може зменшувати потребу в інтенсивній підтримці. Це важливо, оскільки пацієнти з тяжкою емпіємою часто мають високий ризик поліорганної недостатності, і зниження тяжкості стану може бути ключовим фактором покращення виживаності.

Також ми зафіксували суттєве зниження частоти ускладнень у групі МДПА-АФЕ (лише 53,3 %), зокрема гнійно-септичних ускладнень. Це дуже важливий висновок, оскільки емпієма зазвичай асоціюється з високим ризиком таких ускладнень. Фотомодифікація еритроцитів може мати імуномодулюючий ефект – потенційно знижуючи рівень патогенних цитокінів, зберігаючи функцію мікроциркуляції та підтримуючи бар'єрні функції, що перешкоджає генералізації інфекції.

Хірургічна активність також була значно нижчою в групі МДПА-АФЕ – частка пацієнтів, яким були потрібні операції, зменшилася порівняно з групою без плазмаферезу. Це може свідчити про те, що інтенсивна детоксикація й корекція гомеостазу зменшують потребу в хірургічному втручанні або дозволяють уникати відкритих операцій, що знижує ризик, тривалість і витрати лікування.

Клінічні результати також підтвердили більшу кількість одужань і відсутність летальних випадків у групі МДПА-АФЕ. Це підкреслює потенціал фотомодифікованої

ISSN print 2414-4517, ISSN online 2710-1487, https://ecm.knmu.edu.ua, ecm.journal@knmu.edu.ua

еритроцитарної маси як безпечного та ефективного компонента еферентної терапії.

З морфологічної точки зору, в групі МДПА-АФЕ частка самостійного рубцювання плевральних або легеневих порожнин була значно вищою, ніж в інших групах. Це може бути наслідком стимуляції репаративних процесів опроміненими еритроцитами їх модифікація, ймовірно, поліпшує підтримку мікроциркуляції та зменшує тканинне ушкодження, сприяючи загоєнню без хірургічного втручання.

Щодо безпеки – у групі МДПА-АФЕ не було летальних результатів, тоді як у інших групах летальність залишалася суттєвою. Це важливо, оскільки класичні методи плазмаферезу пов'язані з втратою білків плазми, факторів згортання, антитіл, що може ускладнювати стан пацієнта. Фотомодифікація, ймовірно, допомагає зменшити ці ризики або компенсувати їх.

Порівняння з даними літератури підтверджує клінічну значущість отриманих результатів. Зокрема, у дослідженні Nguyen B. et al. (2023) [4] частота ускладнень при застосуванні плазмаферезу становила 42,5%, що перевищує наш показник у групі МДПА-АФЕ (34,8 %). За даними Bambauer R. et al. (2024) [3], частота небажаних явищ при використанні еферентних методів може сягати 45,0–50,0 %, тоді як застосування фотомодифікації еритроцитів знизити цей показник порівняно з групою традиційного ДПА (77,4 %). Таким чином, власні дані узгоджуються з літературними свідченнями щодо ефективності модифікованих методів аферезу [6; 7].

Однак слід враховувати й обмеження. Наше дослідження не є рандомізованим: розподіл пацієнтів у групи відбувався відповідно до клінічної тактики, що може призвести до перекосів через відмінності у вихідних характеристиках пацієнтів. Крім того, хоча результати щодо температурної динаміки, уражень та ускладнень виглядають вражаюче, потрібні додаткові масштабні дослідження з довгостроковим спостереженням, щоб підтвердити, що ефект фотомодифікації еритроцитів є стійким та безпечним для широкої клінічної практики.

З огляду на сучасну літературу, терапевтичний плазмаферез є добре обґрунтованим методом очищення крові від цитокінів, токсинів, циркулюючих імунних комплексів та патогенних факторів (MSD Manual описує його як ефективний засіб для імунної корекції та детоксикації). Наші дані доповнюють ці знання, демонструючи, що фотомодифікація еритроцитів може забезпечувати додатковий терапевтичний ефект не лише очищення, а й активацію репаративних і мікроциркуляторних процесів [3; 4; 6; 7].

Практично це означає, що для пацієнтів з гострою емпіємою плеври, особливо тих, хто має високий ризик ускладнень або тяжкий перебіг, МДПА-АФЕ може стати перспективною частиною терапевтичної стратегії. Це дозволить зменшити кількість хірургічних втручань, скоротити тривалість госпіталізації, підвищити виживаність та покращити якість життя пацієнтів.

Результати нашого дослідження підтверджують клінічно значущий ефект малооб'ємного плазмаферезу з повною фотомодифікацією еритроцитів у лікуванні гострої емпієми плеври. Ця методика демонструє широкі можливості, проте для впровадження в широку практику необхідні подальші багатоцентрові, рандомізовані дослідження з більшими когортами й тривалим моніторингом.

Після перенесеної гострої емпієми плеври та проведеного інтенсивного лікування, включаючи еферентні методи, пацієнти нерідко мають тривалі неспецифічні скарги (втома, зниження фізичної активності, порушення сну, емоційна лабільність), що відповідають критеріям субоптимального здоров'я, концепція якого описує проміжний стан між здоров'ям і хворобою, який може бути модифікований за допомогою превентивних заходів [9]. У дослідженні Burdina V.R. et al. (2025) [10] показано, що опитувальник SHSQ-25 є чутливим інструментом для виявлення такого стану у загальній популяції. Вивчення динаміки показників SHSQ-25 у пацієнтів, які отримували різні варіанти детоксикаційної терапії (ДПА, ДПА-АЧФЕ, *МДПА*-АФЕ), дозволило

ISSN print 2414-4517, ISSN online 2710-1487, https://ecm.knmu.edu.ua, ecm.journal@knmu.edu.ua

б оцінити не тільки безпосередні клінічні результати, а й відновлення загального самопочуття та якості життя, що є перспективним напрямом подальших досліджень.

Висновки

1. Використання малооб'ємного дискретного плазмаферезу з повною фотомодифікацією еритроцитів (МДПА-АФЕ) у пацієнтів з гострою емпіємою плеври забезпечує суттєве покращення клінічного стану: зменшує гарячковий період, стабілізує температуру і скорочує перебування у тяжкому стані, що вказує на високий детоксикаційний та регуляторний потенціал цієї методики.

2. МДПА-АФЕ знижує частоту ускладнень (особливо гнійно-септичних), зменшує потребу в хірургічних втручаннях та підвищує частоту повного одужання порівняно з традиційним плазмаферезом, що демонструє її перевагу в безпечності та ефективності ($p<0,05$ для всіх міжгрупових порівнянь).

3. Отримані морфологічні дані свідчать про стимуляцію репаративних процесів під впливом фотомодифікованих еритроцитів зростає частка самостійного рубцювання порожнин, що вказує на потенціал МДПА-АФЕ як методу, що не лише усуває токсичні фактори, а й активує відновлення тканин.

4. Для остаточного підтвердження ефективності та безпеки МДПА-АФЕ в терапії гострої емпієми плеври доцільно провести багатоцентрові рандомізовані дослідження з великою когортною базою й довготривалим спостереженням.

Декларації

Конфлікт інтересів відсутній.

Усі автори дали згоду на публікацію статті на умовах ліцензії Creative Commons BY-NC-SA 4.0 International License та публічного договору з редакцією, а також на обробку та публікацію їхніх персональних даних.

Автори рукопису заявляють, що під час проведення досліджень, підготовки та редагування цього рукопису вони не використовували жодних інструментів чи сервісів генеративного штучного інтелекту (ШІ) для виконання завдань, перелічених у Таксономії делегування генеративного ШІ (Generative AI Delegation Taxonomy, GAIDeT, 2025). Усі етапи роботи (від розробки дослідницької концепції до фінального редагування) виконувалися авторами особисто.

Фінансування та подяки

Дослідження виконане як приватна ініціатива авторів, без грантової підтримки та державної реєстрації теми.

Внесок авторів

Автори \ Внесок	A	B	C	D	E	F
Бойко В.В.	+	+			+	+
Ткаченко В.В.			+	+		+
Сочнєва А.Л.	+	+	+	+	+	+
Кріцак В.В.			+	+		+

Примітки:

A – концепція;

B – дизайн;

C – збір даних;

D – статистична обробка та інтерпретація даних;

E – написання або критичне редагування статті;

F – схвалення фінальної версії до публікації та згода нести відповідальність за всі аспекти роботи.

Література

1. Altobelli C, Anastasio P, Cerrone A, Signoriello E, Lus G, Pluvio C, et al. Therapeutic Plasmapheresis: A Revision of Literature. Kidney Blood Press Res. 2022;48(1):66-78. DOI: 10.1159/000528556. PMID: 36481657.

ISSN print 2414-4517, ISSN online 2710-1487, https://ecm.knmu.edu.ua, ecm.journal@knmu.edu.ua

2. Rony RMIK, Shokrani A, Malhi NK, Hussey D, Mooney R, Chen ZB, et al. Therapeutic Plasma Exchange: Current and Emerging Applications to Mitigate Cellular Signaling in Disease. Biomolecules. 2025;15(7):1000. DOI: 10.3390/biom15071000. PMID: 40723872.

3. Bambauer R, Schiel R, Salgado OJ, Straube R. Therapeutic Apheresis, Immunosuppression, and Human Monoclonal Antibodies in Neurologic Diseases. Clin Immunol Res. 2024;8(1):1-12. Available at: https://surl.li/nhrpln

4. Nguyen B, Acharya C, Tangpanithandee S, Miao J, Krisanapan P, Thongprayoon C, et al. Efficacy and Safety of Plasma Exchange as an Adjunctive Therapy for Rapidly Progressive IgA Nephropathy and Henoch Schönlein Purpura Nephritis: A Systematic Review. Int J Mol Sci. 2023;24(4):3977. DOI: 10.3390/ijms24043977. PMID: 36835388.

5. Cervantes CE, Bloch EM, Sperati CJ. Therapeutic Plasma Exchange: Core Curriculum 2023. Am J Kidney Dis. 2023;81:475-92. DOI: 10.1053/j.ajkd.2022.10.017. PMID: 36775691.

6. Kaplan A. Complications of apheresis. Semin Dial. 2012;25(2):152-8. DOI: 10.1111/j.1525-139X.2011.01026.x. PMID: 22321209.

7. Padmanabhan A, Connelly Smith L, Aqui N, Balogun RA, Klingel R, Meyer E, et al. Guidelines on the Use of Therapeutic Apheresis in Clinical Practice – Evidence Based Approach (ASFA). J Clin Apher. 2019;34(3):171-354. DOI: 10.1002/jca.21705. PMID: 31180581

8. Yun AN, Rogers AW, Krisl JC, Kagan A, Adrogue HE, Khan AJ, et al. Impact of Therapeutic Plasma Exchange and Rituximab in Preventing FSGS Recurrence After Kidney Transplant. Transplantation Direct. 2025;11(3):e1769. DOI: 10.1097/TXD.0000000000001769. PMID: 40034162.

9. Wang W, Costigliola V, Golubnitschaja O, eds. All around suboptimal health: advanced approaches by predictive, preventive and personalised medicine for healthy populations. (Advances in Predictive, Preventive and Personalised Medicine, Vol. 18). Cham: Springer; 2024. 280 p. DOI: 10.1007/978-3-031-46891-9.

10. Burdina VR, Danylchenko SI, Yesselbayeva AK, Golovchenko IV, Morozenko DV, Aravitska MG, et al. Suboptimal health and cardiovascular risk: Questionnaire-based assessment using SHSQ-25 and SF-36. Inter Collegas. 2025;12(3):12p. DOI: 10.35339/ic.2025.12.3.bdy.

Boyko V.V., Tkachenko V.V., Sochnieva A.L., Kritsak V.V.

ERYTHROCYTE PHOTOMODIFICATION IN DISCRETE PLASMAPHERESIS AS A DETOXIFICATION METHOD IN ACUTE PLEURAL EMPYEMA

Background. Acute pleural empyema is a severe disease accompanied by high systemic intoxication, metabolic disturbances, and purulent septic complications. Conventional therapy – antibiotics, pleural drainage, and infusions – may be insufficient due to accumulation of toxins and disruption of homeostasis. While extracorporeal methods such as plasmapheresis appear promising, classic approaches are limited by substantial losses of plasma proteins and immune components. Photomodification of erythrocytes may enhance detoxification and stimulate tissue repair processes.

Aim. To assess the clinical efficacy, safety, and impact on tissue repair of three variants of detoxifying hemocorrection: Therapeutic Plasma Exchange (TPE), TPE with Partial Photo-modification of Erythrocytes (TPE-PPE), and Small Volume TPE with Full Photomodification of Erythrocytes (SV-TPE-FPE) in patients with acute pleural empyema.

Materials and Methods. A total of 105 patients with acute nonspecific pleural empyema treated at the Institute of General and Emergency Surgery (2008–2024) were enrolled. Patients were stratified into four groups: control (standard therapy), TPE, TPE-PPE, and SV-TPE-FPE. Apheresis procedures were performed every other day. Efficacy was monitored via clinical parameters (body temperature, duration of fever, severity of condition), complications, and morphological changes. Statistical analysis was carried out using variation statistics and Student's t-test, with Bonferroni correction for multiple comparisons. The study was carried out as a private initiative of the authors, without grant support or state registration of the topic.

ISSN print 2414-4517, ISSN online 2710-1487, https://ecm.knmu.edu.ua, ecm.journal@knmu.edu.ua

Research Ethics. The study was conducted in accordance with the principles of the World Medical Association Declaration of Helsinki (1964–2024) and approved by the Ethics Committee of the Educational and Scientific Medical Institute of National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute" (Protocol No.2 dated October 13, 2023). Written informed consent for the use of clinical data in scientific research was obtained from all patients, with adherence to the principles of confidentiality and voluntary participation.

Results. The SV-TPE-FPE group demonstrated the best clinical dynamics: maximal body temperature decreased to 37.1°C, and the fever period was shortest (mean ≈ 18 days). The complication rate in this group was significantly lower than in other groups: fewer purulent septic complications and a reduced need for surgical interventions. No deaths were recorded in the SV-TPE-FPE group. Morphologically, there was the largest proportion of spontaneous scarring of pleural cavities in this group, suggesting activation of reparative processes.

Conclusions. Small volume TPE with full photomodification of erythrocytes (SV-TPE-FPE) appears to be a promising method for treating acute pleural empyema, combining effective detoxification with activation of repair and reduced complication rates with no fatal outcomes in the studied sample. These findings support incorporating photomodified erythrocytes into comprehensive therapy, but further multicenter randomized studies are required to validate these results.

Keywords: *surgery, purulent diseases of the pleura, laboratory diagnostic.*

Надійшла 16.11.2025
Прийнята для публікації 29.12.2025
Опублікована 31.12.2025

Відомості про авторів

Бойко Валерій Володимирович – академік НАМН України, доктор медичних наук, професор, завідувач кафедри хірургії № 1 Харківського національного медичного університету; Директор ДУ «Інститут загальної та невідкладної хірургії ім. В.Т. Зайцева НАМН України», м. Харків, Україна.

Поштова адреса: кв. 8, буд. 72А, пр. Перемоги, м. Харків, 61204, Україна.

E-mail: igusurg@ukr.net

ORCID: 0000-0002-9274-2153.

Ткаченко Володимир Володимирович – кандидат медичних наук, медичний директор Університетської клініки Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», Україна.

Поштова адреса: кв. 30, буд. 65, пр. Перемоги, м. Харків, 61204, Україна.

E-mail: volodya55@yahoo.com

ORCID: 0009-0004-5194-4340.

Сочнєва Анастасія Львівна – PhD, доцент кафедри загальної хірургії та топографічної анатомії Навчально-наукового медичного інституту Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», Україна.

Поштова адреса: кв. 45-А, буд. 24, вул. Сухумська, м. Харків, 61145, Україна.

E-mail: sochnevanastya@gmail.com

ORCID: 0000-0003-0106-5247.

Кріцак Василь Васильович – кандидат медичних наук, в.о. завідувача кафедри загальної хірургії та топографічної анатомії Навчально-наукового медичного інституту Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», Україна.

Поштова адреса: кв. 104, буд. 21, вул. Дача 55, м. Харків, 61070, Україна.

E-mail: kritsakvv@gmail.com

ORCID: 0000-0002-3712-6235.