

КОНЦЕПЦІЯ ЗАСТОСУВАННЯ АУТОМЕЗОКОНЦЕНТРАТУ ТРОМБОЦИТІВ В КОМПЛЕКСНОМУ ВІДНОВЛЕННІ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ ПІСЛЯ ВОГНЕПАЛЬНИХ ПОРАНЕНЬ З ДЕФЕКТАМИ ПОКРИВНИХ ТКАНИН

Ігор П. Хоменко¹, Андрій С. Барковський², Сергій В. Тертишний³, Володимир О. Цепколенко⁴, Володимир П. Майданюк³, Руслан С. Вастьянов³, Євген О. Григорьев⁵

1 – Національна академія медичних наук, м. Київ, Україна

2 – Клінічний санаторій Державної прикордонної служби України «Аркадія», м. Одеса, Україна

3 – Одеський національний медичний університет, м. Одеса, Україна

4 – Національний університет охорони здоров'я України імені П. Л. Шупика, м. Київ, Україна

5 – Міжнародний Європейський університет, м. Київ, Україна

Резюме

Мета. Виявити опосередкування та покращення факторами росту з аутомезоконцентрату тромбоцитів репаративних процесів при лікуванні ран внаслідок вогнепального ураження. Додатковою метою було проведення порівняльного аналізу ефективності АМК-терапії з проведенням та без проведення аутодерматопластичного закриття площі ранового дефекту.

Матеріали та методи. Наведено клінічний випадок пораненого В., який надійшов на реабілітаційне лікування з вогнепальним пораненням обох кистей після вибуху газового балону, внаслідок чого об'єктивно були залишкові рани шкіри обох кистей в періоді регенерації. Проводили динамічний моніторинг у вигляді фотофіксації результатів лікування ранових дефектів долонних та тильних поверхонь лівої та правої кистей.

Результати. Поранений, який надійшов на реабілітаційне лікування з рановими дефектами в фазі регенерації та осередками кволої крайової епітелізації. Поранений отримав класичне лікування (у вигляді етапного дебрідменту) 2 ран лівої кисті (без застосування АМК), 1 рану лівої кисті було ліковано лише АМК, рану тенара на правій кисті вирішено закрити аутодерматопластичним способом по Тиршу з застосуванням АМК. За термін в 21 день досягнута повна епітелізація всіх ранових дефектів. Ускладнень або негативних реакцій не відмічено. Застосування АМК-терапії дозволило уникнути відторгнення та некрозу пересаджених шкірних трансплантатів, досягнути швидкої епітелізації ран без формування патологічного рубця по краю ранового дефекту, відновити шкірну чутливість в ураженій ділянці, досягнути регресу інтерстиційного набряку та контрактур в фалангах пальців.

Висновки. АМК-терапія покращує результати лікування як операційним, так і безопераційним підходами, дозволяє значно скоротити терміни лікування і реабілітації, підвищити якість життя шляхом прискореного загоєння ран, що також є економічно важливим аспектом у разі зникнення необхідності в подальшому лікуванні, тривалих перев'язках та відновленні працездатності. Застосування аутомезоконцентрату тромбоцитів вважаємо виправданим, доцільним з фундаментальної, наукової, клінічної та економічної точок зору в межах обґрунтованого нами мультимодального підходу до реконструкції вогнепальних дефектів м'яких тканин в аспекті комплексного відновлення значного контингенту військовослужбовців, які страждають внаслідок вогнепальних поранень.

Ключові слова: вибухове/вогнепальне поранення, хронічні рани, збагачена тромбоцитами плазма, терапія аутомезоконцентратом тромбоцитів

ВСТУП

Проблеми пошуку більш дієвих способів прискорення загоєння ранових дефектів шкіри набува-

ють більшої актуальності у зв'язку з агресією рф на всій території України. Застосування ворогом в великій кількості високоенергетичної зброї з переважно вибуховим характером дії (мін, авіабомб, БПЛА, РСЗВ та ін.) ра-

зом з її вдосконаленням, призводить до виникнення великої кількості постраждалих з ранами різного ступеня важкості та поліструктурними ураженнями тулуба та кінцівок, переважна більшість з яких – це ураження кінцівок [8, 9], що пояснюється широким застосуванням засобів бронезахисту голови, шиї та тулуба.

Відомо, що більшість травм – це поранення та переломи кінцівок – 52,0 %, причому частіше нижніх (58,8 %), меншою мірою – верхніх (41,2 %) [2, 8]. Незважаючи на досить молодий вік поранених, такі поранення часто загоюються повільно, переходячи в хронічні ранові дефекти. Відомо, що сучасна бойова вибухова травма потребує тривалого періоду лікування та реабілітації, який при тяжких пораненнях становить в середньому 36,6 доби [9]. Навіть проведення аутодерматоластики не гарантує успішного загоєння рани [8]. Оскільки спостерігається підвищена активність тканинних ферментів, які руйнують екстрацелюлярний матрикс, підвищена імунізація тканин, порушена васкуляризація та знижена здатність тканин до регенерації через підвищену активність прозапальних цитокінів, пластичне закриття цієї категорії ран, як правило, призводить до лізису трансплантатів.

Відсутні статистичні дані, які висвітлюють відсоток приживлення трансплантатів у пацієнтів із неопіковими ранами. У поранених із термічними опіками, при пересадці на гранулюючу поверхню, загоєння відбувалось у 80 % випадків, на поверхню після висічення грануляцій – у 43 %, на фасцію у 89 % [5, 14]. Негативний результат аутодерматоластики спричиняє повне або часткове «оголення» ран, що означає недосягнення мети операції, необхідність витратити додаткові зусилля та час (повторна операція, тривале консервативне лікування оголених ран). Страждання комбатанта ще сильніші, ніж до операції (болять не тільки оголені рани, але й неефективно використані донорські ділянки). Навіть ідеально підготовлена ранова поверхня до пластичного закриття, радикально висічені некрози та грануляції, надійний гемостаз, адекватність пацієнта не дають гарантії втрати трансплантата у післяопераційному періоді [6, 19].

Дана ситуація спонукає до більш детального вивчення факторів, що впливають на процеси приживлення трансплантатів, оскільки процес «лізису» трансплантатів потрібно прогнозувати та попереджувати [5]. Для досягнення швидкого загоєння рани у найкоротші терміни, зменшення епізодів ускладнень та ризику інвалідизації слід застосовувати всі доступні методи лікування. Одним з ймовірних є регенеративні технології, а саме застосування факторів росту з тромбоцитів. Ми маємо певний досвід клінічного застосування похідного від збагаченої тромбоцитами плазми (ЗТП) біотехнологічного препарату аутомезоконцентрату тромбоцитів (АМК), ефективність якого маємо намір продемонструвати на прикладі клінічного випадку терапії комбатанта з ранами на кистях [4, 15].

МЕТА

Довести опосередкування та покращення факторами росту з аутомезоконцентрату тромбоцитів репаративних процесів при лікуванні ран внаслідок вогнепального ураження. Додатковою метою було проведення порівняльного аналізу ефективності АМК-терапії з проведенням та без проведення аутодерматопластичного закриття площі ранового дефекту.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Поранений В. надійшов на реабілітаційне лікування до відділення фізично-психологічної реабілітації Клінічного санаторія «Аркадія» ДПСУ з залишковими ранами шкіри обох кистей в періоді регенерації з явищами кволої крайової епітелізації. Поранення кистей та пальців пацієнт отримав після вибуху газового балону 07.02.2024 року в с. Лиман Миколаївської області.

Первинну медичну допомогу надано в м. Миколаїв, звідки 09.02.2024 року евакуйований в госпіталь м. Одеса, де пройдено лікування з 09 лютого по 21 лютого. 16 лютого 2024 року виконано первинну хірургічну обробку ран, стан стабілізовано, отримав знеболюючі, протизапальну терапію, перев'язки, після чого з ранами на кистях в стадії неповного загоєння, яке відбувалось первинним та вторинним натягом, скерований для подальшої терапії в клінічний санаторій «Аркадія».

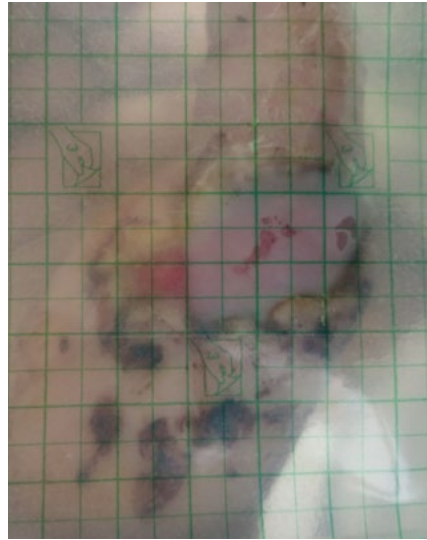
При надходженні загальний стан задовільний, соматично – без патології. Місцевий статус: наявність помірного болю та набряку в ділянці 1-2 пальців та міжфалангового проміжку правої та лівої кисті, наявність на пальцях кистей дрібних (до 2-3 мм) ран під сухими корками та в них залишкових сторонніх металевих тіл всередині, післяопераційних рубців, гематом синьо-зеленого кольору по краю ранового дефекту (Рис. 1). Наявність рани неправильної овальної форми в ділянці тенара правої кисті розміром 3x1.5 см, дно чисте, рожеве, та 3 ран округлої форми до 1 см по тильній поверхні 1 міжпальцевого проміжка лівої кисті. Рух пальцями обох кистей виражено обмежений, кисті в кулак не збирав. Навколо інших суглобів кінцівок болю, набряку та явищ запалення немає. Ознак порушень магістрального кровообігу та іннервації в кінцівках не було.

Після початкового проведення консервативного лікування ран за стандартними методиками пораненому було застосовано введення аутомезоконцентрату тромбоцитів за загальноновживаною методикою [7] та аутодерматоластику.

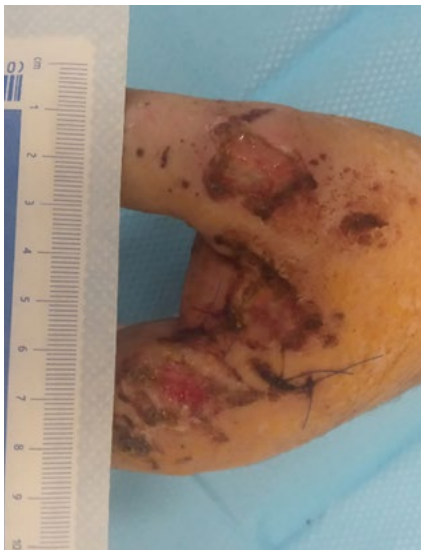
Для підвищення якості отриманих результатів проводився динамічний моніторинг у вигляді фотофіксації результатів лікування ранових дефектів долонних та тильних поверхонь лівої та правої кистей.



А



Б



В



Г



Д

Рисунок 1. Фото правої (фрагменти А і Б) і лівої (фрагменти В-Д) кистей до лікування.

Клінічними візуальними критеріями до виконання аутодерматоластики в даному клінічному випадку були наступні: площа ранового дефекту (понад 1.5 см²); локалізація дефекту в зоні з високим ризиком формування гіпертрофічних рубців, наявність «очищеної» поверхні гранулюючої рани без некротичних тканин, відсутність вираженої серозної та гнійної ексудації, наявністю рожевої грануляційної тканини на дні, наявність крайової епітелізації по периметру рани.

РЕЗУЛЬТАТИ

З 21 лютого по 28 лютого 2024 року проведено консервативне лікування ран за стандартними методиками: ведення ран під мазевими пов'язками з лево-меколем та офлокаїном, бетадином (заміна щоденно),

санация водним розчином хлоргексидину. Поранений отримував пентоксифілін, аспекард, вітаксон, діофлан, отримав курс фізіотерапевтичного лікування: дарсонваль, лазеротерапія, магнітотерапія, ЛФК. В результаті рана на правій кисті в розмірах залишалась без особливої динаміки, дещо регресував набряк навколо та на фалангах 1 пальця, поверхня рани очистилась від біоплівки. Рани на лівій кисті почали епітелізувати, знято шви з попередніх ран після первинної хірургічної обробки (Рис. 2).

29.02.2024 року проведено аутодерматоластику за Тиршем рани на тенарі правої кисті (за стандартним способом), в подальшому – АМК–терапію ран на етапних перев'язках. Пацієнт отримував стандартне лікування двох ран лівої кисті без застосування АМК, 1 рану лівої кисті було ведено з лікуванням лише АМК.



А



Б

Рисунок 2. Фото правої (фрагмент А) та лівої (фрагмент Б) кисті після консервативного стандартного лікування. Враховуючи повільне загоєння ран, особливості їх локалізації, запропоновано лікування з застосуванням АМК та аутодерматопластичного закриття рани на правій кисті.

Після проведення аутодерматоластики пацієнт з наступного дня перев'язувався через день з накладанням над пересадженими лоскутами через сітку Грассолінд нейтрал, салфеток з розчином хлоргексидину і з АМК, по черзі. Додатково через 7 днів у краї рани разом із лоскутами підшкірно введено по 1.5 мл АМК, через 7 днів процедуру повторено.

На 2-й день зазначено, що після аплікації АМК значно знизився набряк навколо рани, на 1 пальці кисті, зменшився больовий синдром, пересаджені лоскути без ознак нагноєння та відторгнення, синюшно-рожеві, набрякли (Рис. 3 А).

На 7-й день після операції відзначена активна крайова епітелізація між лоскутами, пацієнт відмі-

тив що поліпшились рухи в пальцях, біль в ранах не турбує (Рис. 3 Б, В).

Через 11 днів зазначена майже повна відсутність виділення з рани, відкритих неепітелізованих або некротичних біоплівками, ранових ділянок, транспоновані лоскути рожеві, набряк на них та навколо рани поступово регресував, рухи пальцями покращились більш суттєво (Рис. 4 А, Б). На цей день виконана заміна сітки – протектора.

На 21-й день відзначено, що всі рани вкриті дрібними корками та сухими біоплівками, під якими відбувається активна епітелізація. Всі лоскути прижились, рожевого кольору, зазначено появу чутливості до дотику в ділянці рани (Рис. 4 В, Г).



Рисунок 3. Фото кисті через 2 доби (фрагмент А) і 7 днів (фрагменти Б, В) після проведення аутодермопластики.

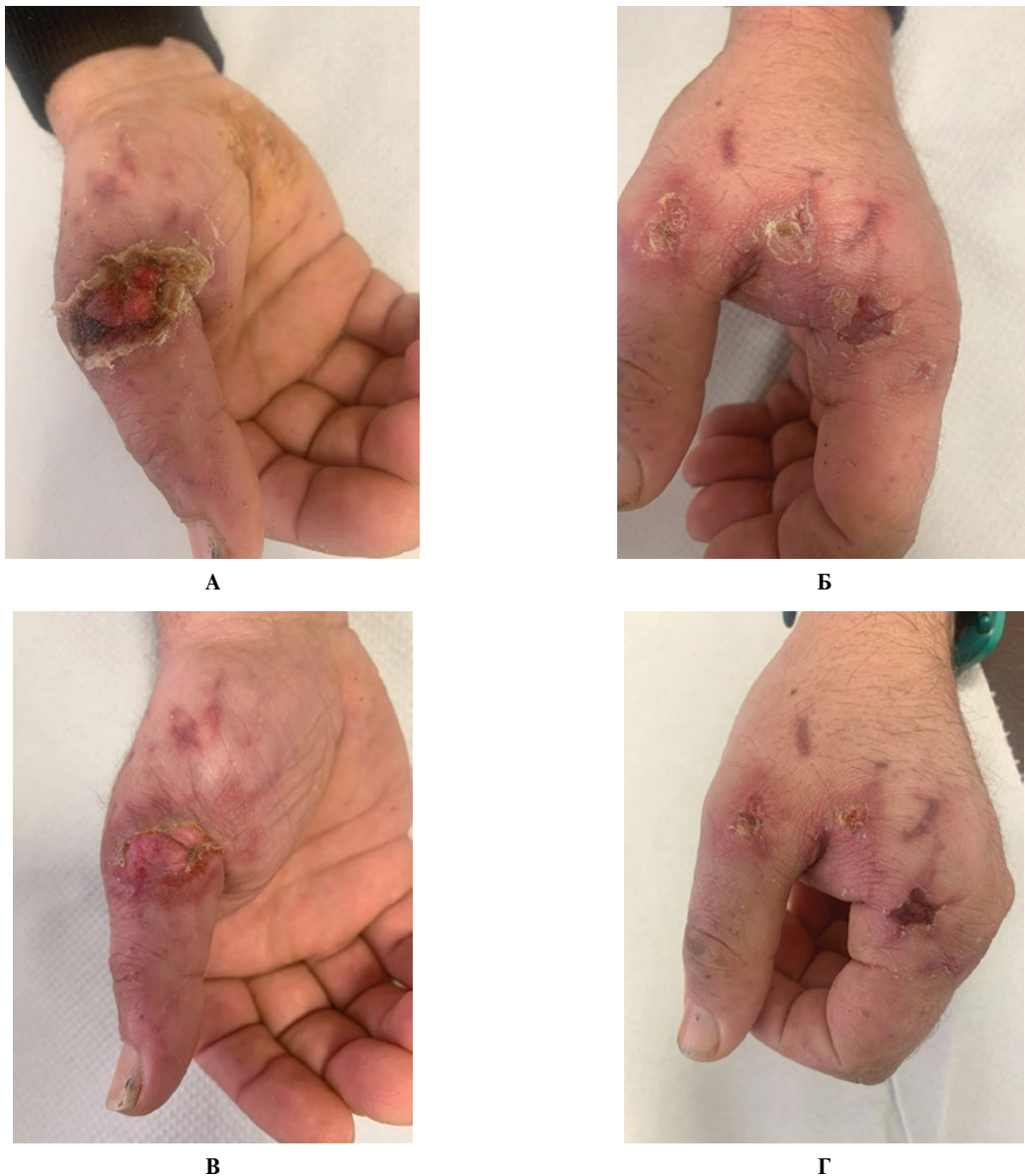


Рисунок 4. Фото кисті через 11 днів (фрагменти А і Б) і 21 добу (фрагменти В і Д) після проведення аутодермопластики.

На 30-ту добу пацієнта виписано з повністю загоєними ранами із нормотрофічними рубцями та епітелізованими поверхнями навколо лоскутів, які стали більш плоскими, без вторинного виразкування та з відновленими в повному обсязі рухами в пальцях кистей (Рис. 5). набряк на них відсутній. Результат АДП класифіковано як добрий.

Застосування АМК-терапії в лікуванні дозволило уникнути відторгнення та некрозу всіх пересаджених шкірних клаптів, досягнути швидкої епітелізації ран. Препарат показав позитивні результати не лише в ранозагоєнні, але й ліквідації інших проявів трав-

ми: відновленні шкірної чутливості в ураженій ділянці, регресі болю, набряку та контрактур в фалангах пальців. Рану тенара правої кисті (втричі більшого розміру, ніж ті, що на лівій) закрито без утворення рубцевої контрактури 1 пальця і без формування патологічного рубця навколо, в ті ж терміни, що інші, менші рани, які було ліковано стандартним способом. Враховуючи, що лікування рани після аутодермопластики було проведено без додаткового введення лікарських препаратів, що стимулюють загоєння (пантестин, мірамістін та ін.), то отримані позитивні результати можна пов'язати виключно з дією АМК.



А



Б

Рисунок 5. Фото кисті через 30 днів після проведення аутодермопластики.

ДИСКУСІЯ

Отримані дані комплексного лікування конкретного пораненого після вибуху газового балону та вогнепального поранення обох кистей з дефектами ранового покриття переконливо доводять ефективність застосованої нами в цьому клінічному випадку комплексної методики регенеративних клітинних технологій. Динамічне спостереження за пораненим В. довело більш швидке одужання за термінами, виражений та якісний ефект загоєння шкірних покриттів на кистях та долонях, епітелізацію без ускладнень тощо. Методологічне проведення нами даного конкретного клінічного випадку дозволяє свідчити про те, що отриманий швидкий якісний клінічний позитивний ефект є результатом впливу аутодерматоластики з додаванням АМК-терапії.

Для обговорення отриманого результату вважаємо за доцільне звернути увагу на наступному:

При розгляданні патоморфології типового ранового процесу слід враховувати, що він є стадійним і складається з трьох послідовних фаз – запалення, проліферації-регенерації та ремоделювання, – в динаміці кожної з яких відбуваються виражені імунні, судинні та неавральні порушення [8, 18].

Традиційний підхід полягає в веденні рани від періоду альтерації до періоду рубцювання та повної епітелізації шляхом поступового застосування всіх доступних методів для очищення рани (хімічного, механічного, біологічного) та ліквідації ранової інфекції впливом факторів фізіотерапевтичних процедур (УФО, лазеротерапії) розчинів антисептиків і гідрофільних бактерицидних мазей з поступовим переходом на мазі з репаративними властивостями або гідроколоїдні пов'язки до загоєння.

Застосування збагаченої тромбоцитами плазми дозволяє суттєво прискорити загоєння ран на

всіх етапах [10, 13, 20]. Механізм дії – молекулярна та клітинна індукція нормального ранозагоювання, оскільки збагачена тромбоцитами плазма є агоністом факторів росту, при цьому їй притаманні мітогенні та хемотаксичні властивості [17]. Відомо, що збагачена тромбоцитами плазма стимулює проліферацію стовбурових клітин та клітин-попередників, васкуляризацію локальних ділянок тканини, що дозволяє значно прискорити фізіологічні процеси репарації [13].

Застосування ЗТП в медицині та в хірургії зокрема має тривалий анамнез – перший звіт про клінічне використання ЗТП у хірургії було опубліковано в 1988 р. [16], а з 1995 р. почались активні дослідження в лікуванні нею ран [12]. Дослідження впливу ЗТП виявили, що фактори росту, які виділяються тромбоцитами при дегрануляції α -гранул, щільних гранул, лізосом і мікрочастинок, посилюють клітинну проліферацію та сприяють синтезу позаклітинного матриксу [3].

Численні фактори росту та високо активні цитокіни, які містяться в α -гранулах, сприяють залученню стовбурових та малодиференційованих клітин у знов сформований матрикс і запуск клітинного поділу [11]. Тромбоцити також містять мікро-РНК, які можуть регулювати експресію генів у клітинах-мішенях [21]. Регенеративні функції також можуть залежати від мікробіцидних і антимікробних факторів, таких як попередники комплементу C3 і C4, фактор комплементу D і матричні металопротеїнази.

Стимулюючі та гальмівні ефекти цих медіаторів викликають залучення та проліферацію макрофагів, фібробластів, супутникових м'язових клітин і клітин-попередників/ендотеліальних клітин, що призводить до ремоделювання судин і відновлення тканин [12, 17]. Доведено, що ЗТП сприяє формуванню нових судин та зростанню існуючих [16]. Збагачена тромбоцитами плазма пригнічує надмірне вивільнення цитокінів, чим обмежує та гальмує процес запалення, тим самим покращує процес загоєння.

Таким чином, отриманий нами клінічний ефект, який також доводить клінічну ефективність та безпечність застосування ЗТП, продемонстровану у значній кількості пацієнтів травматологічного та стоматологічного профілю, спортсменів тощо [7, 16, 20].

Проте ми видозмінили процес лікування, оскільки «чистої» ЗТП не використовували. На відміну від ЗТП, при застосуванні АМК не потрібна «активація» чи інші додаткові маніпуляції з біотехнологічним продуктом, до того ж процедура отримання його більш стандартизована. Процес кріоконсервації в рідкому азоті знищує віруси та бактерії в суспензії лізату тромбоцитів, що призводить до того, що кінцевий матеріал дійсно є по-справжньому стерильним продуктом. З точки зору стабільності ранового процесу

найсприятливішою для застосування АМК є початок другої фази, для якої характерним є поступове зниження явищ запалення та фізіологічна активація регенеративних процесів. Отже, застосування комплексної дії факторів росту з АМК і було взято за основу лікування, враховуючи отриманий незначний ефект від стандартного лікування ран та відповідність фази ранового процесу.

Маючи певний термін застосування клітинних технологій при відновлювальному лікуванні поранених з вогнепальними ураженнями шкіри кінцівок, вважаємо за доцільне констатувати наступні суто клінічні аспекти. Вирішення про проведення аутодерматопластичного закриття рани приймається індивідуально, оскільки вона дозволяє усунути дефекти шкіри, значно скоротити терміни регенерації ран, уникнути утворення грубих рубців та забезпечити функціональну і косметичну реабілітацію хворих. Показання до того чи іншого різновиду дерматоластики диктуються конкретними умовами: площею, конфігурацією та глибиною ранового дефекту, інфікованістю та нагноєнням рани, фазою ранового процесу, еластичністю шкірних покривів, ушкодженням анатомічних структур. Оптимальним видом шкірної пластики є той, який у найкоротший термін і найпростішим шляхом забезпечує повноцінне закриття рани. Вільна дерматоластика широко поширена, і головною перевагою її є одномоментне закриття досить великих дефектів шкіри [16]. Однак при інфікованих і гнійних ранах вільна аутопластика неприйнятна через високий ризик подальшого відторгнення або розплавлення клаптя.

Резюмуючи, відзначимо, що застосування ауто-мезоконцентрату тромбоцитів вважаємо виправданим, доцільним з фундаментальної, наукової, клінічної та економічної точок зору в межах обґрунтованого нами мультимодального підходу до реконструкції вогнепальних дефектів м'яких тканин в аспекті комплексного відновлення значного контингенту військовослужбовців, які страждають внаслідок вогнепальних поранень [1].

ВИСНОВКИ

1. АМК-терапія значно покращує результати лікування як операційним, так і безопераційним способом, дозволяє значно скоротити терміни лікування і реабілітації і підвищити якість життя шляхом прискореного загоєння ран, що також є і економічно важливим аспектом у разі зникнення необхідності в подальшому лікуванні, тривалих перев'язках та відновленні працездатності.

2. Можливість застосування в лікувальному процесі регенеративних клітинних технологій є науково обґрунтованим, безпечним, економічно ви-

гідним та високоефективним методом лікування з мінімальними дискомфорними відчуттями для пораненого.

3. Застосування аутомезоконцентрату тромбоцитів вважаємо виправданим, доцільним з фундаментальної, наукової, клінічної та економічної точок зору в межах обґрунтованого нами мультимодального підходу до реконструкції вогнепальних дефектів м'яких тканин в аспекті комплексного відновлення значного контингенту військовослужбовців, які страждають внаслідок вогнепальних поранень.

Перспективи подальших досліджень. Після критичного аналізу отриманих результатів у подальшому заплановані клінічні дослідження по застосуванню аутомезоконцентрату тромбоцитів різними концентраціями, різними часовими інтервалами у поранених з вогнепальними ушкодженнями покривних тканин для остаточного визначення ефективності та персоналізованих показань до застосування клітинних технологій в межах мультимодального підходу до реконструкції вогнепальних дефектів м'яких тканин.

ФІНАНСУВАННЯ ТА КОНФЛІКТ ІНТЕРЕСІВ

Це клінічне дослідження не має джерел фінансування, які могли б вплинути на об'єктивність результатів. Автори не отримували фінансової підтрим-

ки чи грантів від жодної організації чи компанії для проведення цього дослідження.

Автори декларують відсутність конфлікту інтересів. Автори дотримуються високих стандартів фахової етики та прагнуть уникати конфлікту інтересів.

ВІДПОВІДНІСТЬ ЕТИЧНИМ ВИМОГАМ

Відповідно до принципів Гельсінської декларації та інших етичних стандартів автори гарантують безпеку та конфіденційність учасників дослідження. Всі діагностичні процедури та клінічні обстеження проводилися з дотриманням прав та чесності учасників дослідження. Поранений В. надав інформовану згоду на участь у цьому клінічному дослідженні, отримана інформація буде використана лише в рамках сформульованих цілей даного дослідження.

ВНЕСОК АВТОРІВ У ПІДГОТОВКУ СТАТТІ

Концепція та дизайн дослідження – Майданюк В. П., Григорьев Є. О.; збір даних – Барковський А. С., Цепколенко В. О.; аналіз та інтерпретація даних – Цепколенко В. О., Вастьянов Р. С.; написання статті – Барковський А. С., Тertiшний С. В.; редактування статті – Хоменко І. П., Вастьянов Р. С.; остаточне затвердження статті – Хоменко І. П., Тertiшний С. В.

REFERENCES

- Babov, K., Khomenko, I., Tertyshnyy, S., Babova, I., & Vastyanov, R. (2021). Orhanizatsiya etapnoyi reabilitatsiyi viys'kovosluzhbovtziv z vohnepal'nymy defektamy m'yakykh tkanyn na rivnyakh nadannya medychnoyi dopomohy. *Medical perspectives*, 26(4), 188-195. <https://doi.org/10.26641/2307-0404.2021.4.248228>
- Hayda, I., Badyuk, M., & Sushko, Yu. (2018). Osoblyvosti struktury ta perebihu suchasnoyi boyovoyi travmy u viys'kovosluzhbovtziv Zbroynykh Syl Ukrayiny. *Pathology*, 15(1), 73-76. <http://doi.org/10.14739/2310-1237.2018.1.129329>
- Kholodkova, O., Horchah, D., Perepelyuk, M., Toporova, O., & Tiron, O. (2014). Eksperymental'ne doslidzhennya efektyvnosti terapiyi toksychnoho hepatytu zbahachenoyu trombotsytamy plazmoyu. *The world of medicine and biology*, 4(46), 158-162.
- Lurin, I., Khomenko, I., Khoroshun, E., Nehoduyko, V., Tertyshnyy, S., Kosyns'kyu, O., Buzmakov, D., & Weis, B. (2023). Klinichnyy vypadok vykorystannya kontseptsiyi monitorynhu pry likuvanni vohnepal'noho defektu m'yakykh tkanyn kolinnoho
- suhloba. *Medical perspectives*, 28(2), 197-207. <https://doi.org/10.26641/2307-0404.2023.2.283427>
- Petrenko, O., Badzyukh, S., Zubov, D., & Bezrodnyy, B. (2017). Rol' klitynykh tekhnolohiy v plastychnomu zakrytti defektiv shkiry ta m'yakykh tkanyn. *Herald of problems of biology and medicine*, 1(3), 197-201.
- Petrenko, O.M., Bezrodnyy, B.H., Zubov, D.O., Vasylyev, R.H., & Tykhomyrov, A.O. (2018). Zastosuvannya innovatsiynykh tekhnolohiy v khirurhichnomu likuvanni hniyno-nekrotychnykh ran m'yakykh tkanyn [Application of innovative technologies in surgical treatment of purulent-necrotic wounds of soft tissues]. Kiev, 254.
- Tsepkoenko, V., Pshenychnyy, T., Holyuk, Ye., Tymochuk, V., & Derkach, R. (2021). Vykorystannya automezokontsentratu trombotsytiv u patsiyentiv z patolohiyeyu oporno-rukhovoho aparatu. *Ukrainian Journal of Medicine, Biology and Sports*, 6(1), 160-167. <http://doi.org/10.26693/jmbs06.01.160>
- Tsybalyuk, V.I (2020). Vohnepal'ni poranennya m'yakykh tkanyn (dosvid ATO/OOS) [Gunshot

- injuries of soft tissues (experience of ATO/OOS)]. Kharkiv, 400.
9. Tsybalyuk, V.I (2022). Likuvannya poranenykh z boyovymy uskodzhennyamy zhyvota (za dosvidom ATO/OOS) [Treatment of the wounded with combat injuries of the abdomen (according to the experience of the ATO/OOS)]. Kherson, 194.
 10. Ausenda, F., Rasperini, G., Acunzo, R., Gorbunkova, A., & Pagni, G. (2019). New Perspectives in the Use of Biomaterials for Periodontal Regeneration. *Materials (Basel)*, 12(13), 2197. <http://doi.org/10.3390/ma12132197>
 11. Dahiya, N., & Atreya, C. (2019). RAP1 Downregulation by miR-320c Reduces Platelet Activation in Ex-vivo Storage. *Microna*, 8(1), 36-42. <http://doi.org/10.2174/2211536607666180521094532>
 12. Driver, V., Hanft, J., Fylling, C., & Beriou, J. (2006). Autologel Diabetic Foot Ulcer Study Group. A prospective, randomized, controlled trial of autologous platelet-rich plasma gel for the treatment of diabetic foot ulcers. *Ostomy Wound Manage*, 52(6), 68-70.
 13. Kawase, T., Mubarak, S., & Mourão, C. (2020). The Platelet Concentrates Therapy: From the Biased Past to the Anticipated Future. *Bioengineering (Basel)*, 7(3), 82. <http://doi.org/10.3390/bioengineering7030082>
 14. Khomenko, I., Tertyshny, S., & Gerasimenko, O. (2017). Mechanotransduction use in gunshot wounds complex treatment. *Journal of Education, Health and Sport*, 7(2), 694-710. <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.1143673>
 15. Khomenko, I., Lurin, I., Nehoduiko, V., Tertyshnyi, S., Popova, O., Vastyanov, R., & Weis, B. (2023). Soft tissue perfusion evaluation algorithm in the scheme of gunshot defects «closure». *World of Medicine and Biology*, 1(83), 169-173. <http://doi.org/10.26724/2079-8334-2023-1-83-169-173>
 16. Knighton, D., Doucette, M., Fiegel, V., Ciresi, K., Butler, E., & Austin, L. (1988). The use of platelet derived wound healing formula in human clinical trials. *Prog Clin Biol. Res*, 266, 319-329.
 17. Mochizuki, T., Ushiki, T., Suzuki, K., Sato, M., Ishiguro, H., Suwabe, T., Edama, M., Omori, G., Yamamoto, N., & Kawase, T. (2023). Characterization of Leukocyte- and Platelet-Rich Plasma Derived from Female Collage Athletes: A Cross-Sectional Cohort Study Focusing on Growth Factor, Inflammatory Cytokines, and Anti-Inflammatory Cytokine Levels. *Int J Mol Sci*, 24(17), 13592. <http://doi.org/10.3390/ijms241713592>
 18. Moroz, V.M., Shandra, O.A., Vastyanov, R.S., Yoltukhivsky, M.V., Omelchenko, O.D. (2016). *Physiology, Vinnytsia*, 722.
 19. Pastar, I., Stojadinovic, O., Yin, N.C., Ramirez, H., Nusbaum, A., Sawaya, A., Patel, S., Khalid, L., Isseroff, R., & Tomic-Canic M. (2014). Epithelialization in Wound Healing: A Comprehensive Review. *Adv Wound Care (New Rochelle)*, 3(7), 445-464. <http://doi.org/10.1089/wound.2013.0473>
 20. Suárez-López Del Amo, F., & Monje, A. (2022). Efficacy of biologics for alveolar ridge preservation/reconstruction and implant site development: An American Academy of Periodontology best evidence systematic review. *J Periodontol*, 93(12), 1827-1847. <http://doi.org/10.1002/JPER.22-0069>
 21. Yan, Y., Zhang, J., Zhang, Q., Chen, Y., Zhu, X., & Xia, R. (2017). The role of microRNAs in platelet biology during storage. *Transfus Apher Sci*, 56(2), 147-150. <http://doi.org/10.1016/j.transci.2016.10.010>

Summary

THE CONCEPT OF USING PLATELET AUTOMESO-CONCENTRATE IN THE COMPLEX REHABILITATION OF SERVICEMEN AFTER GUNSHOT WOUNDS WITH DEFECTS OF INTEGUMENTARY TISSUES

Igor P. Khomenko¹, Andrii S. Barkovskyi², Serhii V. Tertyshnyi^{3,4}, Volodymyr O. Tsepkolenko², Volodymyr P. Maidanyuk⁴, Rooslan S. Vastyanov⁴, Evgen O. Grigoriev⁵

1 – National Academy of Medical Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

2 – State Border Guard Service of Ukraine Clinical sanatorium «Arkadia», Odesa, Ukraine

3 – Military Medical Clinical Centre of the Southern Region of the Armed Forces of Ukraine, Odesa, Ukraine

4 – Odesa National Medical University, Odesa, Ukraine

5 – International European University, Kyiv, Ukraine

Aim. To identify the reparative processes mediation and improvement by growth factors from platelets automesoconcentrate (AMC) in the treatment of gunshot wounds. An additional aim was to perform a comparative analysis of the AMC-therapy efficacy with and without the wound defect area autodermatoplastic closure.

Materials and methods. The clinical case of the wounded V., who was admitted for rehabilitation treatment following gunshot wounds to both hands from a gas cylinder explosion, is presented. As a result of the explosion, there were objectively observed residual skin wounds on both hands in the regenerative period. Dynamic monitoring was carried out in the form of photo-fixation of the results of treatment of wound defects of the palmar and back surfaces of the left and right hands.

Results. A wounded person entered rehabilitation treatment with wound defects in the regeneration phase and foci of weak marginal epithelisation. The wounded received classical treatment (in the form of staged debridement) of 2 wounds of the left hand (without the AMC), 1 wound of the left hand was treated only with AMC, the thenar wound on the right hand was decided to be closed by the autodermatoplastic method according to Thirsch with the use of AMC. Complete epithelisation of all wound defects was achieved within 21 days. The use of AMC therapy made it possible to avoid rejection and necrosis of transplanted skin grafts, to achieve rapid epithelisation of wounds without the formation of a pathological scar at the edge of the wound defect, to restore skin sensitivity in the affected area, to achieve regression of interstitial edema and contractures in the phalanges of the fingers.

Conclusions. AMC-therapy improves the results of treatment, allows to shorten significantly both treatment and rehabilitation duration, improves the quality of life by wound healing acceleration which is also an economically important when the need for further treatment, long-term dressings and work capacity restoration disappears. We consider the use of automesoconcentrate of platelets to be justified and expedient from a fundamental, scientific, clinical and economic point of view within the framework of our proved multimodal approach to the soft tissues' gunshot defects reconstruction in the aspect of majority of military personnel suffering from gunshot wounds comprehensive recovery.

Keywords: blast/gunshot injury, chronic wounds, platelet-rich plasma, automesoconcentrate therapy