



ХАРКІВСЬКА ХІРУРГІЧНА ШКОЛА

№ 2 (137) 2026

Національна академія медичних наук України

ДУ «Інститут загальної та невідкладної хірургії імені В. Т. Зайцева НАМН України»

Харківський національний медичний університет

«Харківська хірургічна школа» — медичний науково-практичний журнал

Заснований у листопаді 2000 р.
Виходить 6 разів на рік

Засновник —

ДУ «Інститут загальної та невідкладної хірургії імені В. Т. Зайцева НАМН України»

Свідцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації
серія КВ № 20183-9983ПР
від 20.08.2013 р.

Журнал внесено до переліку фахових видань у галузі медичних наук
(Наказ Міністерства освіти і науки України № 420 від 15.04.2021 р.)

Рекомендовано вченою радою
ДУ «ІЗНХ імені В. Т. Зайцева НАМН України»
(Протокол № 03 від 23.02.2026 р.)

Технічний редактор
Н. В. Карпенко

Підписано до друку 24.02.2026 р.
Формат 60×84 1/8.
Папір офсетний. Друк офсетний.
Ум. друк. арк. 6,5.
Тираж 120 прим.

Адреса редакції:

61018, м. Харків,
в'їзд Лікарський, 1.
Тел.: (057) 715-33-48
349-41-39
715-33-45

Видання віддруковане
у ТОВ фірма «НТМТ»
61072, м. Харків,
вул. Дерев'янка, 16, к. 83
Тел. (095) 249-39-96

Розмножування в будь-який спосіб матеріалів, опублікованих у журналі, допускається лише з дозволу редакції

Відповідальність за зміст рекламних матеріалів несе рекламодавець

© «Харківська хірургічна школа», 2026

МЕДИЧНИЙ НАУКОВО-ПРАКТИЧНИЙ ЖУРНАЛ

Головний редактор В. В. Бойко, док. мед. наук, професор, академік НАМНУ
Editor-in-chief V. V. Boyko, Doctor of Medical Sciences, Academician NAMS

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Аксендиус Калангос, M.D., PhD, Professor, Greece
Д. О. Євтушенко, док. мед. наук, професор
О. М. Клімова, докторка біологічних наук, професорка
О. В. Кравцов, док. медичних наук
В. М. Лихман, док. мед. наук, професор
В. В. Макаров, док. мед. наук, професор
В. В. Негодуйко, док. мед. наук, професор
В. К. Піонтковський, док. мед. наук, професор
В. О. Прасол, док. мед. наук, професор
Р. В. Смачило, док. мед. наук, професор
Е. М. Хорошун, док. мед. наук, доцент
Rayimov Gayratjon, PhD, Professor, Uzbekistan
Khakimov Murod Shavkatovich, PhD, Professor, Uzbekistan

EDITORIAL BOARD

Kalangos Afksendiyos, M.D., PhD, Professor, Greece
D. O. Yevtushenko, Doctor of Medical Sciences, Professor, Ukraine
O. M. Klimova, Doctor of Biological Sciences, Professor
O. V. Kravtsov, Doctor of Medical Sciences, Professor, Ukraine
V. M. Lykhman, Doctor of Medical Sciences, Professor, Ukraine
V. V. Makarov, Doctor of Medical Sciences, Professor, Ukraine
V. V. Nehoduiko, Doctor of Medical Sciences, Professor, Ukraine
V. K. Piontkovskyi, Doctor of Medical Sciences, Professor, Ukraine
V. O. Prasol, Doctor of Medical Sciences, Professor, Ukraine
R. M. Smachylo, Doctor of Medical Sciences, Professor, Ukraine
E. M. Khoroshun, Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Ukraine
Rayimov Gayratjon, PhD, Professor, Uzbekistan
Khakimov Murod Shavkatovich, PhD, Professor, Uzbekistan



Етапне лікування вибухової травми нижньої кінцівки із застосуванням клітинних технологій: клінічне спостереження	111	Stage treatment of blast injury of the lower limb using cellular technologies: a clinical case.	111
<i>О. В. Пономаренко, М. В. Логвиненко, Ю. О. Чемерис</i>		<i>O. V. Ponomarenko, M. V. Lohvynenko, Yu. O. Chemerys</i>	
Вільна шкірна пластика наслідків вибухової травми.	117	Free skin grafting for the management of mine-blast injury sequelae	117
<i>Б. В. Петрюк, Ю. М. Мишковський, О. Й. Хомко, В. К. Гродецький, С. В. Тулюлюк, С. О. Якобчук</i>		<i>B. V. Petryuk, J. M. Myshkovsky, O. Y. Khomko, V. K. Grodetskyi, S. V. Tulyulyuk, S. O. Yakobchuk</i>	
Мультидисциплінарний підхід до лікування пацієнтів з політравмою: досвід рівненської обласної клінічної лікарні ім. Ю. Семенюка	122	Multidisciplinary approach to polytrauma management: experience of rivne regional clinical hospital named after Yu. Semeniuk	122
<i>В. К. Пiontkovskiy, О. Ф. Марчук, Ю. М. Шевчук</i>		<i>V. K. Piontkovskiy, O. F. Marchuk, Yu. M. Shevchuk</i>	
Оцінка факторів ризику тромбоемболічних ускладнень у пацієнтів з торако-абдомінальною травмою в період повномасштабної агресії рф проти України	126	Assessment of risk factors for thromboembolic complications in patients with thoracoabdominal injury during the period of full-scale aggression of the russian federation against Ukraine	126
<i>Н. Р. Федчишин, В. С. Заремба, Д. В. Андрющенко</i>		<i>N. R. Fedchyshyn, V. S. Zaremba, D. V. Andriushchenko</i>	
Характеристика ризику виникнення тромбоемболічних ускладнень у постраждалих з політравмою	130	Characteristics of risk of thromboembolic conditions in patients with polytrauma	130
<i>П. В. Танасієнко, А. У. Межиєв, К. В. Засипка, О. С. Кравциуненко</i>		<i>P. V. Tanasiienko, A. U. Mezhev, K. V. Zasyпка, O. S. Kravtsunenko</i>	
Оцінка мікро- та макрореологічних показників при лікуванні гнійних ран передньої черевної стінки	136	Evaluation of micro- and macro-reological indicators in the treatment of purulent wounds of the anterior abdominal wall	136
<i>А. О. Меркулов, С. В. Ткач, Г. В. Зеленова, О. І. Догадайло, М. В. Радченко, В. М. Богдан, К. М. Григоренко</i>		<i>A. O. Merkulov, S. V. Tkach, G. V. Zelenova, O. I. Dogadailo, M. V. Radchenko, V. M. Bogdan, K. M. Grigorenko</i>	
Турнікет-індукована артеріальна емболія (бойового походження)	145	Tourniquet-induced arterial embolism (military origin)	145
<i>І. А. Даниленко, В. О. Савченко, В. Я. Пак, О. В. Кравець, В. В. Бряник</i>		<i>I. A. Danylenko, V. O. Savchenko, V. Ya. Pak, O. V. Kravets, V. V. Brianyk</i>	
Кардіальні ускладнення у пацієнтів з політравмою в умовах військового конфлікту: роль ранньої ехокардіографії в інтенсивній терапії	148	Cardiac complications in patients with military polytrauma: the role of early echocardiography in intensive care	148
<i>О. О. Крахмалова, П. М. Замятін</i>		<i>O. O. Krakhmalova, P. M. Zamiatin</i>	
Диференційоване лікування дефектів м'яких тканин внаслідок вогнепальних травматичних ампутацій нижніх кінцівок.	152	Differentiated treatment of soft tissue defects resulting from gunshot traumatic lower limb amputations	152
<i>Є. В. Шапринський, В. М. Липкань, О. Л. Маховський, С. І. Андросов, Р. А. Кравець, В. А. Коробко, Я. В. Карий, А. В. Томашевський, М. М. Рубан</i>		<i>Y. V. Shaprynskyi, V. M. Lypkan, O. L. Makhovskyi, S. I. Androsov, R. A. Kravets, V. A. Korobko, Ya. V. Karyi, A. V. Tomashevskyi, M. M. Ruban</i>	



О. В. Пономаренко¹,
М. В. Логвиненко¹,
Ю. О. Чемерис²

¹Медичний інститут
Сумського державного
університету

²Запорізький державний
медико-фармацевтичний
університет

© Колектив авторів

Отримано – 16.03.26

Схвалено до друку – 31.03.26

ЕТАПНЕ ЛІКУВАННЯ ВИБУХОВОЇ ТРАВМИ НИЖНЬОЇ КІНЦІВКИ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ КЛІТИННИХ ТЕХНОЛОГІЙ: КЛІНІЧНЕ СПОСТЕРЕЖЕННЯ

Реферат. *Вступ.* Вибухові травми (ВТ) кінцівок залишаються однією з найбільш складних проблем сучасної військової хірургії. Поєднання значного дефекту м'яких тканин із ушкодженням кісткових структур створює умови для розвитку інфекційних ускладнень, нестабільності сегмента та формування хронічного остеомієліту. Сучасна тактика передбачає етапне лікування з радикальною хірургічною санацією, тимчасовим заміщенням дефектів та подальшою реконструкцією із застосуванням мікрохірургічних і клітинних технологій.

Мета — покращення хірургічного лікування вибухових травм нижніх кінцівок за рахунок застосування клітинних технологій.

Матеріали та методи. Постраждалий — військовослужбовець, який отримав вибухову травму внаслідок бойових дій. Сформувався напівциркулярний дефект покривних тканин гомілки з оголенням та ушкодженням великогомілкової кістки. Під час первинного хірургічного втручання виконано радикальну ексцизійну обробку рани з резекцією нежиттєздатних ділянок великогомілкової кістки. Для тимчасового заміщення кісткового дефекту встановлено цементний спейсер. На етапі підготовки до реконструкції здійснено забір тканинного матеріалу з метою культивування остеобластів для подальшого формування індивідуалізованого кісткового графта. Закриття м'якотканинного дефекту виконано з використанням перфорантного клаптя стегна. Донорський матеріал адаптовано до ранової поверхні з дотриманням принципів безнатяжного ушивання та забезпечення адекватної васкуляризації. На 7-му добу після реконструкції виникло ускладнення у вигляді діастазу країв шкіри без оголення м'язового шару. Відторгнення цементного спейсера потребувало його видалення. Подальше загоєння відбувалося вторинним натягом із застосуванням мазевих пов'язок. Наступним етапом виконано видалення спейсера з дефекту великогомілкової кістки та закриття ранової поверхні вільним аутодермотрансплантатом.

Результати. У післяопераційному періоді вдалося досягти повного відновлення покривних тканин гомілки. Через 2 тижні після реконструкції відзначено задовільне приживлення трансплантата та відсутність ознак активного інфекційного процесу.

Первинна культура остеобластів виявилася нежиттєздатною. Проведено повторний забір клітинного матеріалу з плануванням наступного етапу клітинної трансплантації.

Представлений клінічний випадок демонструє складність лікування ВТ із поєднаним дефектом м'яких тканин та кістки. Етапний підхід із застосуванням перфорантного клаптя дозволив забезпечити стабільне покриття дефекту та створити умови для подальшої кісткової реконструкції. Використання клітинних технологій відкриває перспективи індивідуалізованого відновлення кісткових дефектів, однак потребує контролю життєздатності клітинної культури та оптимізації умов культивування та транспортування.



Висновки. 1. Вибухові травми кінцівок потребують поетапної реконструктивної тактики. 2. Перфорантні клапті забезпечують надійне покриття складних дефектів м'яких тканин. 3. Тимчасове використання цементного спейсера дозволяє підготувати ложе для подальшої кісткової реконструкції. 4. Клітинні технології є перспективним напрямком відновлення кісткових дефектів.

Ключові слова: вибухові травми, клітинні технології, остеобласти.

Вступ

Вибухові травми (ВТ) кінцівок залишаються однією з найбільш складних проблем сучасної військової хірургії [1-2]. Поєднання значного дефекту м'яких тканин із ушкодженням кісткових структур створює умови для розвитку інфекційних ускладнень, нестабільності сегмента та формування хронічного остеомієліту [3-4]. Сучасна тактика передбачає етапне лікування з радикальною хірургічною санацією, тимчасовим заміщенням дефектів та подальшою реконструкцією із застосуванням мікрохірургічних і клітинних технологій.

Застосування стовбурових клітин, зокрема мезенхімальних стовбурових клітин (МСК), показує неабияку ефективність у лікуванні різноманітних захворювань, пов'язаних із хронічним запаленням, деградацією тканин і порушеннями регенерації [5-8].

МСК сприяють оновленню та заміщенню пошкоджених клітин, сприяючи активізації процесів тканинної регенерації. Лікувальний ефект базується на тісній взаємодії із мікросередовищем пошкоджених тканин та впливом на сигнальні механізми, які координують їх відгуки на пошкодження [9].

Використання мезенхімальних стовбурових клітин ґрунтується на новітньому розумінні того, як відбуваються процеси регенерації тканин і загоєння ран. Основним аспектом цього нового розуміння є усвідомлення важливості взаємодії клітин, сигнальних молекул і мікросередовища для ефективного відновлення [10].

Дослідження показують, що МСК може взаємодіяти з клітинами та змінювати мікросередовище поранених тканин. Власне, цей процес сприяє активації клітинних відгуків та подальшій стимуляції регенерації. Це нове розуміння дозволяє точніше спрямовувати застосування МСК, забезпечуючи їхню ефективну взаємодію з конкретними клітинними популяціями та враховуючи особливості мікросередовища, що сприяє оптимальному протіканню процесів регенерації [11].

Такий підхід відкриває перспективи для точної регуляції регенеративних відповідей та підвищення ефективності лікування у контексті

хвороб, пов'язаних із хронічним синдромом, деградацією тканин і порушеннями регенерації.

Мета

Покращення хірургічного лікування вибухових травм нижніх кінцівок за рахунок застосування клітинних технологій.

Матеріали та методи дослідження

Постраждалий є військовослужбовцем, який отримав вибухову травму внаслідок бойових дій. Сформувався напівциркулярний дефект покривних тканин гомілки з оголенням та ушкодженням великогомілкової кістки. Під час первинного хірургічного втручання виконано радикальну ексцизійну обробку рани з резекцією нежиттєздатних ділянок великогомілкової кістки. Для тимчасового заміщення кісткового дефекту встановлено цементний спейсер. На етапі підготовки до реконструкції здійснено забір тканинного матеріалу з метою культивування остеобластів для подальшого формування індивідуалізованого кісткового графта.

Результати досліджень та їх обговорення

У подальшому закриття м'якотканинного дефекту виконано з використанням перфорантного клаптя стегна. Донорський матеріал адаптовано до ранової поверхні з дотриманням принципів безтатяжного ушивання та забезпечення адекватної васкуляризації. На 7-му добу після реконструкції виникло ускладнення у вигляді діастазу країв шкіри без оголення м'язового шару. Відторгнення цементного спейсера потребувало його видалення. Подальше загоєння відбувалося вторинним натягом із застосуванням мазевих пов'язок. Наступним етапом виконано видалення спейсера з дефекту великогомілкової кістки та закриття ранової поверхні вільним аутодермотрансплантатом.

У післяопераційному періоді досягнуто повного відновлення покривних тканин гомілки. Через 2 тижні після реконструкції відзначено задовільне приживлення трансплантата та відсутність ознак активного інфекційного процесу. Первинна культура остеобластів виявилася



нежиттєздатною. Проведено повторний забір клітинного матеріалу з плануванням наступного етапу клітинної трансплантації.

Представлене клінічне спостереження демонструє складність лікування ВТ із поєднаним дефектом м'яких тканин та кістки. Етапний підхід із застосуванням перфорантного клаптя дозволив забезпечити стабільне покриття дефекту та створити умови для подальшої кісткової реконструкції. Використання клітинних технологій відкриває перспективи індивідуалізованого відновлення кісткових дефектів, однак потребує контролю життєздатності клітинної культури та оптимізації умов культивування та транспортування.

Слід підкреслити, що мезенхімальні стовбурові клітини представляють собою унікальний клас стовбурових клітин, які виявляють значний вплив на процеси регенерації тканин та загоєння ран. Основним механізмом їх дії є здатність сприяти активації і диференціації вроджених стовбурових клітин пацієнта. Це робить їх особливо корисними для відновлення різних тканин, включаючи кістки, хрящі та епідерміс [12].

Ефективність використання аллогенної терапії підтверджують дані багатьох клінічних досліджень та системних оглядів. Оскільки МСК є імунoprивілейованими, то їх відторгнення відсутнє. Також немає ризику злоякісної трансформації при коректному застосуванні [13].

У контексті регенерації тканин МСК виявляють великий потенціал у відновленні пошкоджених або втрачених клітин. Вони активно взаємодіють з оточуючими клітинами та позаклітинним матриксом, що сприяє мобілізації та проліферації природних клітин-попередників в уражених ділянках. Крім того, МСК виробляють біоактивні молекули, такі як різноманітні фактори росту та цитокіни, які стимулюють ангиогенез, зменшують та сприяють клітинній адгезії [14].

Важливою характеристикою МСК є їх антиапоптична властивість, яка дозволяє попередити передчасну смерть клітин у пошкоджених клітинах, забезпечує більш тривалий та ефективний процес загоєння [15].

Крім того, низка дослідників наполягає, що їх імунomodуючі властивості регулюють активність імунної системи, сприяючи зниженню запалення та сприяючи оптимальному середовищу для регенерації [16-18].

Інші автори зазначають, що стовбурові клітини мають здатність самостійно знаходити свою цільову нішу при введенні. Вони починають діяти одразу після цього та терапевтичний ефект повністю себе розкриває протягом кількох місяців. МСК мають яскраво виражені протизапальну та імунomodуючу властивості. Це реалізовано за рахунок виділення та виокремлення різноманітних факторів росту, цитокінів і біоактивних молекул. До них належать інсуліноподібний фактор росту, фактор росту епідермальних клітин, фактор росту фібробластів тощо [19-20].

Як стверджують Р.К. Gupta et al. (2023), В. Sadri et al. (2023) разом фактори росту з іншими біологічно активними речовинами сприяють покращенню конструктивного метаболізму, нормалізації імунобіологічних процесів і регенерації. Ще одним механізмом, який забезпечує корисність та ефективність стовбурових клітин у лікуванні захворювань, є їхня здатність до попередження апоптозу [21, 22].

Для розробки ефективних методів лікування за допомогою стовбурових клітин також важливо досліджувати оптимальні дози та методи введення, що можуть вплинути на їхню ефективність та безпеку.

Слід наголосити й на тому, що стовбурові клітини не є панацеєю від усіх хвороб і мають бути застосовані в комплексній терапії разом з іншими методами.

Висновки

Вибухові травми кінцівок потребують поетапної реконструктивної тактики.

Перфорантні клапті забезпечують надійне покриття складних дефектів м'яких тканин.

Тимчасове використання цементного спейсера дозволяє підготувати ложе для подальшої кісткової реконструкції.

Клітинні технології є перспективним напрямком відновлення кісткових дефектів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Sivash II, Koval BM. Negative pressure wound therapy for combat-related extremity vascular injuries: clinical experience from the war in Ukraine. *Scandinavian journal of trauma, resuscitation and emergency medicine*. 2025;33(1):188. <https://doi.org/10.1186/s13049-025-01502-3>
2. Parikh S, Sokolov O, Shaprynskyi V, Skupyy O, Stanko O, Yurets S, et al. Evaluating the Safety and Efficacy of Humacyte Acellular Tissue-Engineered Vessel in a Real-World Combat Setting: A Retrospective Observational Multicenter Study. *Military medicine*. 2025;190:288-96. <https://doi.org/10.1093/milmed/usaf160>
3. Трутяк І, Лось Д, Медзин В, Трунквальтер В, Жуковський В. Лікування бойових хірургічних травм кінцівок в умовах сучасної війни. *Праці Наукового товариства імені Шевченка. Медичні науки*. 2022;69(2):190-201. <https://doi.org/10.25040/ntsh2022.02.16>
4. Хоменко ІП, Король СО, Матвійчук БВ. Клінічні та організаційні особливості надання травматологічної

- допомоги пацієнтам з дефектами м'яких тканин при вогнепальних та мінно-вибухових пораненнях кінцівок. Травма. 2018;19(5):129-33. <http://dx.doi.org/10.22141/1608-1706.5.19.2018.146655>
5. Gao Ch, Dai W, Liu D, Wang Xi, Zhang Tian et al. Adaptive hydrogel loaded with pre-coordinated stem cells for enhanced osteoarthritis therapy. *Bioactive Materials*. 2025;51:613-33. <https://doi.org/10.1016/j.bioactmat.2025.05.018>
 6. Schmitz C, Alt C, Pearce DA, Furia JP, Maffulli N, Alt EU. Methodological flaws in Meta-analyses of clinical studies on the management of knee osteoarthritis with stem cells: a systematic review. *Cells*. 2022;11(6):965. <https://doi.org/10.3390/cells11060965>.
 7. Gupta A, Maffulli N, Rodriguez HC, Mistovich RJ, Del-fino K, et al. Cell-free stem cell-derived extract formulation for treatment of knee osteoarthritis: study protocol for a preliminary non-randomized, open-label, multi-center feasibility and safety study. *J Orthop Surg Res*. 2021;16(1):514. <https://doi.org/10.1186/s13018-021-02672-3>.
 8. Maheshwer B, Polce EM, Paul K, Williams BT, Wolfson TS, et al. Regenerative potential of mesenchymal stem cells for the treatment of knee osteoarthritis and Chondral defects: a systematic review and Meta-analysis. *Arthroscopy: J Arthroscopic Relat Surg: Official Publication Arthrosc Association North Am Int Arthrosc Association*. 2021;37(1):362-78. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2020.05.037>.
 9. Wang W, Zhang L, Jiang Yu, Cui D, Hou K, Ren Sh, et al. Macrophage polarization under immune regulation as a therapeutic target for tendon-bone healing: multi-factorial regulation and mechanistic insights. *Frontiers in Immunology*. 2026, 17. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2026.1737444>
 10. Tan SHS, Kwan YT, Neo WJ, Chong JY, Kuek TYJ, See JZF, et al. Intra-articular injections of mesenchymal stem cells without adjuvant therapies for knee osteoarthritis: a systematic review and Meta-analysis. *Am J Sports Med*. 2021;49(11):3113-24. <https://doi.org/10.1177/0363546520981704>.
 11. Pintore A, Notarfrancesco D, Zara A, Oliviero A, Migliorini F, Oliva F, et al. Intra-articular injection of bone marrow aspirate concentrate (BMAC) or adipose-derived stem cells (ADSCs) for knee osteoarthritis: a prospective comparative clinical trial. *J Orthop Surg Res*. 2023;18(1):350. <https://doi.org/10.1177/03635465211029659>.
 12. Singh H, Knapik DM, Polce EM, Eikani CK, Bjornstad AH, Gursoy S et al. Relative Efficacy of Intra-articular Injections in the Treatment of Knee Osteoarthritis: A Systematic Review and Network Meta-analysis. *The American journal of sports medicine*. 2021;50(11):3635465211029659. <https://doi.org/10.1177/03635465211029659>.
 13. Garza JR, Campbell RE, Tjoumakaris FP, Freedman KB, Miller LS, Santa Maria D, et al. Clinical efficacy of intra-articular mesenchymal stromal cells for the treatment of knee osteoarthritis: a double-blinded prospective randomized controlled clinical trial. *Am J Sports Med*. 2020;48(3):588-98. <https://doi.org/10.1177/0363546519899923>.
 14. Andia I, Maffulli N. Mesenchymal stromal cell products for intra-articular knee injections for conservative management of osteoarthritis. *Therapeutic Adv Musculoskelet Disease*. 2021;13:1759720x21996953. <https://doi.org/10.1177/1759720x21996953>.
 15. Gupta A, El-Amin SF 3rd, Levy HJ, Sze-Tu R, Ibim SE, Maffulli N. Umbilical cord-derived Wharton's jelly for regenerative medicine applications. *J Orthop Surg Res*. 2020;15(1):49. <https://doi.org/10.1186/s13018-020-1553-7>.
 16. He L, He T, Xing J, Zhou Q, Fan L, Liu C, et al. Bone marrow mesenchymal stem cell-derived exosomes protect cartilage damage and relieve knee osteoarthritis pain in a rat model of osteoarthritis. *Stem Cell Res Ther*. 2020;11(1):276. <https://doi.org/10.1186/s13287-020-01781-w>.
 17. Dilogo IH, Canintika AF, Hanitya AL, Pawitan JA, Liem IK, Pandelaki J. Umbilical cord-derived mesenchymal stem cells for treating osteoarthritis of the knee: a single-arm, open-label study. *Eur J Orthop Surg Traumatology: Orthopedie Traumatologie*. 2020;30(5):799-807. <https://doi.org/10.1007/s00590-020-02630-5>.
 18. Anghong C, Kunkanjanawan H. Ankle synovium-derived mesenchymal stem cells for the treatment of osteochondral lesion of the talus: a novel cell harvesting technique and clinical applications. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. 2020;24(16):8273-80. https://doi.org/10.26355/eurrev_202008_22623.
 19. Kim YS, Kim YI, Koh YG. Intra-articular injection of human synovium-derived mesenchymal stem cells in beagles with surgery-induced osteoarthritis. *Knee*. 2021;28:159-68. <https://doi.org/10.1016/j.knee.2020.11.021>.
 20. Mautner K, Gottschalk M, Boden SD, Akard A, Bae WC, Black L, et al. Cell-based versus corticosteroid injections for knee pain in osteoarthritis: a randomized phase 3 trial. *Nat Med*. 2023;29(12):3120-6. <https://doi.org/10.1038/s41591-023-02632-w>.
 21. Gupta PK, Maheshwari S, Cherian JJ, Goni V, Sharma AK, Tripathy SK, et al. Efficacy and safety of Stempeucel in Osteoarthritis of the knee: a phase 3 Randomized, Double-Blind, Multicenter, Placebo-controlled study. *Am J Sports Med*. 2023;51(9):2254-66. <https://doi.org/10.1177/03635465231180323>.
 22. Sadri B, Hassanzadeh M, Bagherifard A, Mohammadi J, Alikhani M, Moeinabadi-Bidgoli K, et al. Cartilage regeneration and inflammation modulation in knee osteoarthritis following injection of allogeneic adipose-derived mesenchymal stromal cells: a phase II, triple-blinded, placebo controlled, randomized trial. *Stem Cell Res Ther*. 2023;14(1):162. <https://doi.org/10.1186/s13287-023-03359-8>.

REFERENCES

1. Sivash II, Koval BM. Negative pressure wound therapy for combat-related extremity vascular injuries: clinical experience from the war in Ukraine. *Scandinavian journal of trauma, resuscitation and emergency medicine*. 2025;33(1):188. <https://doi.org/10.1186/s13049-025-01502-3>
2. Parikh S, Sokolov O, Shaprynskyi V, Skupyy O, Stanko O, Yurets S, et al. Evaluating the Safety and Efficacy of Humacyte Acellular Tissue-Engineered Vessel in a Real-World Combat Setting: A Retrospective Observational Multicenter Study. *Military medicine*. 2025;190:288-96. <https://doi.org/10.1093/milmed/usaf160>
3. Trutiak I, Los D, Medzyn V, Trunkvalter V, Zhukovskiy V. Likuvannia boiovykh khirurhichnykh travm kintsivok v umovakh suchasnoi viiny. *Pratsi Naukovoho tovarystva imeni Shevchenka. Medychni nauky*. 2022;69(2):190-201. <https://doi.org/10.25040/ntsh2022.02.16>
4. Khomenko IP, Korol SO, Matviichuk BV. Klinichni ta orhanizatsiini osoblyvosti nadannia travmatolohichnoi dopomohy patsientam z defektamy miakkykh tkanyn



- pry vohnepalnykh ta minno-vybukhovykh poranen-niakh kintsivok. *Travma*. 2018;19(5):129-33. <http://dx.doi.org/10.22141/1608-1706.5.19.2018.146655>
5. Gao Ch, Dai W, Liu D, Wang Xi, Zhang Tian et al. Adaptive hydrogel loaded with pre-coordinated stem cells for enhanced osteoarthritis therapy. *Bioactive Materials*. 2025;51:613-33. <https://doi.org/10.1016/j.bioactmat.2025.05.018>
 6. Schmitz C, Alt C, Pearce DA, Furia JP, Maffulli N, Alt EU. Methodological flaws in Meta-analyses of clinical studies on the management of knee osteoarthritis with stem cells: a systematic review. *Cells*. 2022;11(6):965. <https://doi.org/10.3390/cells11060965>.
 7. Gupta A, Maffulli N, Rodriguez HC, Mistovich RJ, Delfino K, et al. Cell-free stem cell-derived extract formulation for treatment of knee osteoarthritis: study protocol for a preliminary non-randomized, open-label, multicenter feasibility and safety study. *J Orthop Surg Res*. 2021;16(1):514. <https://doi.org/10.1186/s13018-021-02672-3>.
 8. Maheshwer B, Polce EM, Paul K, Williams BT, Wolfson TS, et al. Regenerative potential of mesenchymal stem cells for the treatment of knee osteoarthritis and Chondral defects: a systematic review and Meta-analysis. *Arthroscopy: J Arthroscopic Relat Surg: Official Publication Arthrosc Association North Am Int Arthrosc Association*. 2021;37(1):362-78. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2020.05.037>.
 9. Wang W, Zhang L, Jiang Yu, Cui D, Hou K, Ren Sh, et al. Macrophage polarization under immune regulation as a therapeutic target for tendon-bone healing: multifactorial regulation and mechanistic insights. *Frontiers in Immunology*. 2026, 17. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2026.1737444>
 10. Tan SHS, Kwan YT, Neo WJ, Chong JY, Kuek TYJ, See JZF, et al. Intra-articular injections of mesenchymal stem cells without adjuvant therapies for knee osteoarthritis: a systematic review and Meta-analysis. *Am J Sports Med*. 2021;49(11):3113-24. <https://doi.org/10.1177/0363546520981704>.
 11. Pintore A, Notarfrancesco D, Zara A, Oliviero A, Migliorini F, Oliva F, et al. Intra-articular injection of bone marrow aspirate concentrate (BMAC) or adipose-derived stem cells (ADSCs) for knee osteoarthritis: a prospective comparative clinical trial. *J Orthop Surg Res*. 2023;18(1):350. <https://doi.org/10.1186/s13018-023-03841-2>.
 12. Singh H, Knapik DM, Polce EM, Eikani CK, Bjornstad AH, Gursoy S et al. Relative Efficacy of Intra-articular Injections in the Treatment of Knee Osteoarthritis: A Systematic Review and Network Meta-analysis. *The American journal of sports medicine*. 2021;50(11):3635465211029659. <https://doi.org/10.1177/03635465211029659>.
 13. Garza JR, Campbell RE, Tjoumakaris FP, Freedman KB, Miller LS, Santa Maria D, et al. Clinical efficacy of intra-articular mesenchymal stromal cells for the treatment of knee osteoarthritis: a double-blinded prospective randomized controlled clinical trial. *Am J Sports Med*. 2020;48(3):588-98. <https://doi.org/10.1177/0363546519899923>.
 14. Andia I, Maffulli N. Mesenchymal stromal cell products for intra-articular knee injections for conservative management of osteoarthritis. *Therapeutic Adv Musculoskelet Disease*. 2021;13:1759720x21996953. <https://doi.org/10.1177/1759720x21996953>.
 15. Gupta A, El-Amin SF 3rd, Levy HJ, Sze-Tu R, Ibim SE, Maffulli N. Umbilical cord-derived Wharton's jelly for regenerative medicine applications. *J Orthop Surg Res*. 2020;15(1):49. <https://doi.org/10.1186/s13018-020-1553-7>.
 16. He L, He T, Xing J, Zhou Q, Fan L, Liu C, et al. Bone marrow mesenchymal stem cell-derived exosomes protect cartilage damage and relieve knee osteoarthritis pain in a rat model of osteoarthritis. *Stem Cell Res Ther*. 2020;11(1):276. <https://doi.org/10.1186/s13287-020-01781-w>.
 17. Dilogo IH, Canintika AF, Hanitya AL, Pawitan JA, Liem IK, Pandelaki J. Umbilical cord-derived mesenchymal stem cells for treating osteoarthritis of the knee: a single-arm, open-label study. *Eur J Orthop Surg Traumatology: Orthopedie Traumatologie*. 2020;30(5):799-807. <https://doi.org/10.1007/s00590-020-02630-5>.
 18. Angthong C, Kunkanjanawan H. Ankle synovium-derived mesenchymal stem cells for the treatment of osteochondral lesion of the talus: a novel cell harvesting technique and clinical applications. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. 2020;24(16):8273-80. https://doi.org/10.26355/eurrev_202008_22623.
 19. Kim YS, Kim YI, Koh YG. Intra-articular injection of human synovium-derived mesenchymal stem cells in beagles with surgery-induced osteoarthritis. *Knee*. 2021;28:159-68. <https://doi.org/10.1016/j.knee.2020.11.021>.
 20. Mautner K, Gottschalk M, Boden SD, Akard A, Bae WC, Black L, et al. Cell-based versus corticosteroid injections for knee pain in osteoarthritis: a randomized phase 3 trial. *Nat Med*. 2023;29(12):3120-6. <https://doi.org/10.1038/s41591-023-02632-w>.
 21. Gupta PK, Maheshwari S, Cherian JJ, Goni V, Sharma AK, Tripathy SK, et al. Efficacy and safety of Stempeucel in Osteoarthritis of the knee: a phase 3 Randomized, Double-Blind, Multicenter, Placebo-controlled study. *Am J Sports Med*. 2023;51(9):2254-66. <https://doi.org/10.1177/03635465231180323>.
 22. Sadri B, Hassanzadeh M, Bagherifard A, Mohammadi J, Alikhani M, Moeinabadi-Bidgoli K, et al. Cartilage regeneration and inflammation modulation in knee osteoarthritis following injection of allogeneic adipose-derived mesenchymal stromal cells: a phase II, triple-blinded, placebo controlled, randomized trial. *Stem Cell Res Ther*. 2023;14(1):162. <https://doi.org/10.1186/s13287-023-03359-8>.



STAGE TREATMENT
OF BLAST INJURY
OF THE LOWER LIMB
USING CELLULAR
TECHNOLOGIES:
A CLINICAL CASE

O. V. Ponomarenko,
M. V. Lohvynenko,
Yu. O. Chemerys

Abstract. Introduction. To analyze the outcomes of staged reconstructive treatment in a patient with a blast injury of the lower leg involving combined soft tissue and tibial bone defects using a perforator flap and cellular technologies.

Aim: to improve the surgical treatment of blast injuries of the lower extremities through the use of cell technologies.

Materials and Methods. A clinical case of a serviceman with a blast injury to the lower leg is presented. Radical surgical debridement with resection of nonviable tibial segments was performed, followed by placement of a cement spacer for temporary bone defect substitution. Soft tissue coverage was achieved using a thigh perforator flap. Tissue sampling was performed for osteoblast cultivation to create a patient-specific bone graft.

Results and Discussion. Complete restoration of soft tissue coverage of the lower leg was achieved, with satisfactory graft integration and no signs of active infection. Skin edge diastasis did not compromise flap viability. Cement spacer rejection required its removal. The primary osteoblast culture was nonviable, necessitating repeat cell harvesting. This case demonstrates the effectiveness of a staged reconstructive strategy for complex blast defects and highlights the potential of cellular technologies in bone defect reconstruction, provided that cell viability and cultivation conditions are strictly controlled.

Conclusions. 1. Explosive injuries of the extremities require phased reconstructive tactics. 2. Perforator flaps provide reliable coverage for complex soft tissue defects. 3. Temporary cement spacer placement facilitates preparation for subsequent bone reconstruction. 4. Cellular technologies represent a promising strategy for individualized bone defect restoration but require strict viability control.

Keywords: *blast injury, perforator flap, cement spacer, cellular technologies, osteoblasts.*

Відомості про авторів

Пономаренко О. В. — <https://orcid.org/0000-0001-9220-2942>; alena.ponomarenko@gmail.com; +380676127342

Логвиненко М. В. — <https://orcid.org/0000-0003-3166-8081>; mariavladymyrovna@gmail.com; +380955242641

Чемерис Ю. О. — <https://orcid.org/0000-0002-1203-131X>; ketaminum@gmail.com; +380974039117