

УДК 616.717/.718-001.45-089(045)

DOI: <http://dx.doi.org/10.15674/0030-59872025425-30>

Застосування хірургічних технологій лікування постраждалих з дефектами довгих кісток унаслідок сучасної бойової травми. Повідомлення перше

С. О. Гур'єв ¹, С. В. Гаріян ², В. А. Кушнір ¹, О. С. Цибульський ²

¹ ДЗ «Український науково-практичний центр екстреної медичної допомоги та медицини катастроф МОЗ України», Київ

² КЗ «Тернопільська обласна клінічна лікарня». Україна

Modern combat operations cause severe injuries to humans due to the impact of new, more intense means of destruction. Objective. To determine the general structure of the application of medical technologies for the surgical treatment of victims with defects of long bones due to modern combat trauma. Materials and methods. The study is of a cohort nature, conducted in accordance with the requirements and criteria of evidence-based medicine with the level of evidence II b Oxford. The study array consisted of 115 cases of long bone defects in victims with combat trauma. This study was conducted in compliance with the requirements of the Declaration of Helsinki, approved by the Bioethics Commission of the State Research Institute «Ukrainian Scientific and Practical Center of Emergency Medical Care and Disaster Medicine of the Ministry of Health of Ukraine». Results. The study found that in the general population of victims with long bone defects due to combat trauma, the following technologies were most often used: retrograde bone transport 29.35 %, Masquelet technology 27.17 %, antegrade bone transport 21.74 %. It was also found that only Masquelet technology is used in the surgical treatment of long bone defects of all limb segments. The choice of technology for the treatment of long bone defects probably depends on the limb segment. All of the listed technologies were used on the distal segment of the lower limb, but to varying degrees. Conclusions. In the treatment of long bone defects due to modern combat trauma, technologies are diverse, including both the latest and classic approaches. Masquelet technology is the method of choice for surgical treatment of victims of modern combat trauma with bone defects of the long bones of the upper limb and the proximal segment of the lower limb. Antegrade transport technology is the method of choice for the distal segment of the lower limb. The use of a specific technology for surgical treatment of bone defects due to modern combat trauma evidently depends on the characteristics of the affected segment. Further careful research is needed to reliably explain this fact. Keywords. Long bones, defects, sizes, surgical treatment, technologies.

Особливістю сучасних бойових дій є застосування новітніх інтенсивніших засобів ураження і, як наслідок — тяжкіші ушкодження людини. Мета. Визначити загальну структуру застосування медичних технологій хірургічного лікування постраждалих із дефектами довгих кісток унаслідок бойової травми. Методи. Робота має когортний характер, проведений відповідно до вимог і критеріїв доказової медицини зі забезпеченням рівня доказовості II b Oxford. Масив дослідження склав 115 випадків дефектів довгих кісток у постраждалих із бойовою травмою. Результати. Виявлено, що в пацієнтів із дефектами довгих кісток унаслідок бойової травми в загальному масиві найчастіше застосовувались такі технології: антеградний кістковий транспорт — 29,35 %, Masquelet — 27,17 %, ретроградний кістковий транспорт — 21,74 %. Доведено, що лише технологія Masquelet застосовується для хірургічного лікування дефектів довгих кісток усіх сегментів кінцівок. Вибір методики лікування таких дефектів вірогідно залежить від сегмента кінцівок. На дистальному сегменті нижньої кінцівки застосовувалися в різній мірі всі перелічені способи. Висновки. Існують різноманітні методики лікування дефектів довгих кісток унаслідок сучасної бойової травми — як новітні, так і класичні. Технологія Masquelet є методом вибору хірургічного втручання постраждалих унаслідок сучасної бойової травми з дефектами довгих кісток верхньої кінцівки та проксимального сегмента нижньої кінцівки. Спосіб антеградного транспорту використовується в разі ураження дистального сегмента нижньої кінцівки. Застосування конкретної методики оперативного втручання в разі кісткових дефектів здебільшого залежить від зони ураження. Для достовірного пояснення цього факту потрібні подальші ретельні дослідження.

Ключові слова. Довгі кістки, дефекти, розміри, хірургічне лікування, технології

Вступ

Сучасні бойові дії, які відбуваються на теренах України, викликають тяжкі ушкодження людини внаслідок впливу новітніх більш інтенсивних засобів ураження. На сьогодні аналіз ушкоджень довів, що 50–65 % приходить на кінцівки [1, 2], причому супроводжуються значними травмуваннями як кісток, так і м'яких тканин. Це обумовлює підвищену загрозу виникнення дефектів довгих кісток первинного та вторинного характеру [3, 4].

На жаль, ефективність лікування постраждалих із дефектами довгих кісток, отриманими внаслідок бойових дій в Україні, як і в усьому світі, не можна вважати задовільною через відсутність єдиної системи використання хірургічних способів лікування. Розмаїття характеру й обсягу дефектів потребує певної стандартизації у використанні цих методів лікування. Для формування такої системи вкрай необхідним є вивчення й аналіз застосування методик хірургічного втручання у постраждалих із дефектами довгих кісток [5–8].

Усе перераховане обумовлює необхідність, актуальність і характер цього дослідження. Ця публікація є першим повідомленням за результатами наших спостережень і стосується лише загальної характеристики використання хірургічних технологій лікування постраждалих із дефектами довгих кісток унаслідок бойової травми.

Мета: визначити загальну структуру застосування медичних технологій хірургічного лікування постраждалих із дефектами довгих кісток унаслідок бойової травми.

Матеріал і методи

Дослідження має когортний характер, проведене відповідно до вимог і критеріїв доказової медицини зі забезпеченням рівня доказовості Pb Oxford. Воно складається зі 115 випадків дефектів довгих кісток у постраждалих із бойовою травмою, обраних методом беззворотної рандомізації зі загального масиву 5 000 випадків.

Здійснено аналіз історій хвороб пацієнтів за ознаками застосування методик хірургічного лікування дефектів. За таких умов оцінювання коректності й доцільності того чи іншого способу визнавалося адекватним за замовчуванням.

У результаті первинного вивчення фактичного матеріалу дослідження виявлено, що фактично використовувалися наступні технології хірургічного лікування: Masquelet, антеградний кістковий транспорт, ретроградний кістковий транспорт, «антеградний + ретроградний кістковий транс-

порт», біфокальне подовження кінцівки, трифокальне подовження кінцівки, кісткова пластика, корекція довжини, гостре вкорочення.

Здійснено параметричний (ранговий) та непараметричний (поліхоричний) аналіз дослідження фактичного матеріалу зі застосуванням елементів фрактального аналізу. Обробка матеріалу проводилася з використанням комп'ютерних технологій.

Роботу проведено відповідно до вимог і критеріїв доказової медицини з дотриманням вимог Гельсінської декларації та законів України, схвалено комісією з біоетики ДЗ «Український науково-практичний центр екстреної медичної допомоги та медицини катастроф МОЗ України», протокол № 4 від 12.11.2025 р. Усі хворі надали інформовану згоду.

Результати

Відповідно до мети нашого дослідження проведено загальний аналіз застосування технологій хірургічного лікування великих дефектів кісток у загальному масиві (табл. 1).

Виявлено, що під час спостереження в постраждалих із дефектами довгих кісток здебільшого застосовувалась технологія антеградного кісткового транспорту (29,35 %) — перше рангове місце, друге — Masquelet (27,17 %), третє — ретроградний кістковий транспорт (21,74 %). Найменшу питому вагу (останнє, сьоме рангове місце) посідають біфокальне подовження кінцівки та гостре вкорочення — по 1,09 %. Співвідношення максимального до мінімального показників становить 26,93, що вказує на високу дисипацію розподілу й опосередковано на вірогідність цих результатів.

Для більш ретельного вивчення проблеми застосування технологій оперативного втручання проведено розподіл масиву постраждалих із дефектами довгих кісток у групах ушкодженої ділянки кінцівок за способами лікування (табл. 2).

У результаті аналізу даних, наведених у таблиці 2, встановлено наступне: по-перше, відсутнє співпадіння рангових місць застосування технологій хірургічного лікування у групах анатомічних сегментів кінцівок; по-друге, за умов дефектів проксимальних сегментів кінцівок найчастіше використовується Masquelet. На проксимальному відділі верхньої кінцівки вона застосовується вдвічі частіше, ніж на нижній.

У дистальних відділах сегмента кінцівок має місце суттєва різниця між верхньою та нижньою кінцівкою. У першому випадку (передпліччя) засто-

Таблиця 1

Аналіз застосування різноманітних способів оперативного втручання стосовно лікування дефектів довгих кісток

Технологія	Питома вага (%)	Ранг
Masquelet	27,17	2
Антеградний кістковий транспорт	29,35	1
Ретроградний кістковий транспорт	21,74	3
Антеградний + ретроградний кістковий транспорт	3,26	6
Біфокальне подовження кінцівки	1,09	8
Трифокальне подовження кінцівки	2,17	7
Кісткова пластика	4,35	5
Корекція довжини	9,78	4
Гостре вкорочення	1,09	8

Таблиця 2

Вивчення масиву постраждалих у групах сегмента ушкодження за втручання

Технологія	Плеche	Ранг	Передпліччя	Ранг	Стегно	Ранг	Гомілка	Ранг	Усього
	питома вага (%)		питома вага (%)		питома вага (%)		питома вага (%)		питома вага (%)
Masquelet	80,00	1	71,42	1	38,89	1	14,52	3	27,17
Антеградний кістковий транспорт	0	3	14,29	2	16,67	3	37,09	1	29,35
Ретроградний кістковий транспорт	0	3	0	3	27,77	2	25,80	2	21,74
Антеградний + ретроградний кістковий транспорт	0	3	0	3	0	4	4,84	5	3,26
Біфокальне подовження кінцівки	0	3	0	3	0	4	1,61	7	1,09
Трифокальне подовження кінцівки	0	3	0	3	0	4	3,22	6	2,17
Кісткова пластика	20,00	2	0	3	0	4	3,22	6	4,35
Корекція довжини	0	3	14,29	2	16,67	3	8,06	4	9,78
Гостре вкорочення	0	3	0	3	0	4	1,61	7	1,09

совували Masquelet, причому в обсязі, близькому до використання в проксимальному відділі кінцівки. Також у разі дефектів проксимального відділу верхньої кінцівки використовували кісткову пластику.

Під час хірургічного лікування кісткових дефектів дистального відділу верхньої кінцівки крім Masquelet також застосовували на рівні технології антеградного кісткового транспорту та корекції довжини (по 14,29 %).

Під час лікування кісткових дефектів проксимального сегмента нижньої кінцівки звертають на себе увагу два факти: удвічі менше за обсягом застосування Masquelet і різноманітність використання інших технологій, а саме — ретроградного й антеградного кісткового транспорту, корекції довжини.

За умов дефектів дистального відділу нижньої кінцівки здебільшого застосовується кістковий транспорт (антеградний — 37,09 та ретроград-

ний — 25,80 %). Технологія Masquelet використовувалась значно менше, лише в 14,52 % випадків, корекція довжини — у 8,06 %. Також були задіяні такі методики: біфокальне та трифокальне подовження кінцівки та, що є особливо цікавим, гостре укорочення кінцівки.

Підбиваючи підсумки, можна зауважити, що під час хірургічного лікування дефектів кісток верхньої та нижньої кінцівок технології застосовувалися в різному обсязі.

Із метою ретельнішого вивчення частоти використання різних технологій хірургічного лікування в постраждалих із дефектами довгих кісток нами проведено розподіл пацієнтів за групами за ознакою ушкодженого сегмента кінцівки (табл. 3).

Виявлено, що лише Masquelet було використано під час операцій щодо дефектів довгих кісток усіх сегментів кінцівок. Найчастіше цей спосіб застосовується в разі дефектів дистального

відділу нижньої кінцівки (36,00 %), найменше — на плечовій кістці (16,00 %). Для стегнової кістки питома вага становить 28,00 %, передпліччя — 20,00 %.

Лікувальна технологія антеградного кісткового транспорту найчастіше використовувалася за дефектів кісток гомілки — у 85,19 % випадків, найменше в разі переломів кісток передпліччя — 3,70 %. Цей спосіб під час лікування постраждалих із дефектом плечової кістки в статистично значущому обсязі не зустрічався.

Ретроградний кістковий транспорт застосовували лише за дефектів довгих кісток нижньої кінцівки: у 75,00 % — гомілка і у 25,00 % — стегно. На сегментах верхньої кінцівки в статистично значущому обсязі її не проводили.

Такі технології хірургічного лікування, як біфокальне або трифокальне подовження кінцівки, антеградний + ретроградний кістковий транспорт і гостре вкорочення використовувалися лише за дефектів кісток гомілки (100 % за питомою вагою).

Корекція довжини найчастіше застосовувалася за кісткових дефектів дистального відділу нижньої кінцівки — 55,56 %), стегно — у 33,33 і лише у 11,11 % — передпліччя. Тобто ця методика у 88,89 % використовувалася на сегментах нижніх кінцівок.

Кісткова пластика в 25,00 % за питомою вагою використовувалася за дефектів плечової кістки та у 75,00 % у разі великих дефектів гомілки.

Тобто технологія Masquelet є універсальнішою та може проводитися в разі великих дефектів різних сегментів кінцівок, у той час коли більшість інших методик має значно вужчу застосовуваність лише на певних ділянках.

Після проведеного поліхоричного аналізу показників таблиці 3, у постраждалих із дефектами

довгих кісток за ознакою ушкодженого сегмента кінцівки та лікувальною технікою існує позитивний ($\phi^2 = 0,3381$), дуже сильний ($C = 0,5027$) та вірогідний зв'язок ($\chi^2 = 31,11$), а зазначені дані знаходяться в межах поля вірогідності.

Отже, можна визначити, що застосування технологій хірургічного лікування дефектів довгих кісток вірогідно залежить як від ознаки кінцівки «верхня-нижня», так і від ознаки сегмента «дистальний-проксимальний».

Обговорення

Результати цього дослідження вказують на наявність різноманітності технологій, які застосовуються під час оперативного втручання в постраждалих із дефектами довгих кісток унаслідок сучасних бойових ушкоджень. Причому використовуються як сучасні технології типу Masquelet, так і класичні способи типу кісткового транспорту.

Порівняння з даними світової літератури вказує, що за кордоном у разі бойових ушкоджень Masquelet використовується частіше [9, 10]. Проте таке порівняння не можна визнати за коректне внаслідок того, що обсяг і характер уражень кінцівок за сучасних бойових дій в Україні є унікальним, особливо це стосується умов надання медичної допомоги.

Перевагою нашого дослідження є ретельне вивчення застосування технологій, залежно від локалізації кісткових дефектів за сегментами кінцівок. Такі роботи в невеликому обсязі проводилися і за кордоном, проте стосувалися лише конкретних способів хірургічного лікування [11, 12].

У відкритих і доступних огляду й аналізу джерелах наукової інформації нами не знайдено даних про застосування технологій хірургічного

Таблиця 3

Розподіл масиву постраждалих у групах за способом лікування за ознакою ушкодженого сегмента

Технологія	Плече	Передпліччя	Стегно	Гомілка	Загалом
	питома вага (%)				
Masquelet	16,00	20,00	28,00	36,00	100
Антеградний кістковий транспорт	0	3,70	11,11	85,19	100
Ретроградний кістковий транспорт	0	0	25,00	75,00	100,
Антеградний + ретроградний кістковий транспорт	0	0	0	100,00	100
Біфокальне подовження кінцівки	0	0	0	100,00	100
Трифокальне подовження кінцівки	0	0	0	100,00	100
Кісткова пластика	25,00	0	0	75,00	100
Корекція довжини	0	11,11	33,33	55,56	100
Гостре вкорочення	0	0	0	100,00	100

лікування дефектів довгих кісток унаслідок сучасних бойових дій за ознаками сегментів у статистично значущому обсязі [13–15]. Наші дослідження довели, що вибір застосування визначеного способу втручання в разі кісткових дефектів унаслідок бойової травми вірогідно залежить від сегмента ураження. Водночас необхідно зауважити, що лише Masquelet використовували для лікування дефектів усіх сегментів кінцівок. Також встановлено переважне застосування техніки Masquelet за наявності дефектів верхньої кінцівки. Виявлено, що цей спосіб використовували переважно на проксимальних сегментах як верхньої, так і нижньої кінцівок.

Застосування кісткового транспорту практично не відбувалося на проксимальному відділі верхньої кінцівки, а ретроградного — на верхніх кінцівках.

Також для лікуванні дефектів не застосовувалися технології біфокального та трифокального подовження, гострого вкорочення кістки, але відносно широко використовувалася кісткова пластика на проксимальному сегменті верхньої кінцівки. З іншого боку, методом вибору хірургічного лікування дефектів кісток верхньої кінцівки та проксимального сегмента нижньої є Masquelet, а дистального сегмента нижньої — антеградний кістковий транспорт. Варто зауважити, що лише для лікування кісткових дефектів дистального сегмента нижньої кінцівки застосовано всі технології хірургічного втручання. Аналіз відкритих джерел не дозволив вірогідно пояснити ці факти. Тобто це потребує детального ретельного дослідження, результати якого буде повідомлено в наших наступних наукових публікаціях.

Висновки

У лікуванні дефектів довгих кісток унаслідок сучасної бойової травми технології є різноманітними і включають як новітні, так і класичні підходи.

Технологія Masquelet є найбільш застосованим методом хірургічного лікування постраждалих унаслідок сучасної бойової травми з дефектами довгих кісток верхньої кінцівки та проксимального сегмента нижньої кінцівки, антеградного транспорту — у разі дистального сегмента нижньої кінцівки.

Застосування конкретної технології хірургічного лікування кісткових дефектів унаслідок сучасної бойової травми вірогідно залежить від ознаки сегмента ураження. Для достовірного пояснення цього факту потрібні подальші ретельні дослідження.

Конфлікт інтересів. Автори декларують відсутність конфлікту інтересів.

Перспективи подальших досліджень. У подальших дослідженнях планується провести аналіз застосування конкретної технології хірургічного лікування кісткових дефектів унаслідок сучасної бойової травми, залежно від розміру дефекту.

Інформація про фінансування. Жодної вигоди в будь-якій формі не було і не буде отримано.

Внесок авторів. Гур'єв С. О. — обґрунтування напрямку та мети дослідження, загальне керівництво; Кушнір В. А. — аналіз матеріалів дослідження, формування списку літератури; Гаріян С. В. — написання основного тексту дослідження, висновки; Цибульський О. С. — збір матеріалів дослідження.

Список літератури

1. Trutyak, I., Los, D., Medzyn, V., Trunkvalter, V., & Zukovsky, V. (2022). Treatment of combat surgical trauma of the limbs in the conditions of modern war. Proceeding of the Shevchenko Scientific Society. *Medical sciences*, 69(2). <https://doi.org/10.25040/ntsh2022.02.16>
2. Khomenko, I. P., Korol, S. O., Khalik, S. V., Shapovalov, V. Y., Yenin, R. V., Herasimenko, O. S., & Tertyshnyi, S. V. (2021). Clinical and epidemiological analysis of the structure of combat surgical injury during antiterrorist operation / Joint forces operation. *Ukrainian journal of military medicine*, 2(2), 5–13. [https://doi.org/10.46847/ujmm.2021.2\(2\)-005](https://doi.org/10.46847/ujmm.2021.2(2)-005)
3. Finco, M. G., Kim, S., Ngo, W., & Menegaz, R. A. (2022). A review of musculoskeletal adaptations in individuals following major lower-limb amputation. *Journal musculoskeletal neuronal interact*. 22(2):269–283.
4. Janak, J., Kotwal, R. S., Howard, J. T., Gurney, J., Eastridge, B. J., Holcomb, J. B., Shackelford, S. A., De Lorenzo, R. A., Stewart, I. J., & Mazuchowski, E. L. (2024). Advancing combat casualty care statistics and other battlefield care metrics. *Journal of special operations medicine*, 24(2), 11. <https://doi.org/10.55460/xbjf-aqpx>
5. Wang, C., Ma, T., Li, Z., Wang, Q., Li, Z., Zhang, K., & Huang, Q. (2023). A modified hybrid transport technique combined with a retrograde tibiototalcalcaneal arthrodesis nail for the management of distal tibial periarticular osteomyelitis and associated defects. *Journal of orthopaedic surgery and research*, 18(1). <https://doi.org/10.1186/s13018-023-03744-2>
6. Fu, J., Wang, X., Wang, S., Chen, Z., Shen, J., Li, Z., & Xie, Z. (2023). Induced membrane technique combined with a retrograde intramedullary nail for the treatment of infected bone defects of the ankle. *Scientific reports*, 13(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-34014-0>
7. Yang, N., Ma, T., Liu, L., Xu, Y., Li, Z., Zhang, K., Wang, Q., & Huang, Q. (2023). Shortening/re-lengthening and nailing versus bone transport for the treatment of segmental femoral bone defects. *Scientific reports*, 13(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-40588-6>
8. Buryanov, O., Kvasha, V., Kuprii, V., Sobolevskiy, Y., Chornyi, V., Hliba, H., & Rohozynskiy, V. (2024). Modern technologies for bone defect replacement (Literature review). *Orthopaedics, traumatology and prosthetics*, (1), 79–88. <https://doi.org/10.15674/0030-59872024179-88>
9. Gindraux, F., Rondot, T., De Billy, B., Zwetyenga, N., Fricain, J., Pagnon, A., & Obert, L. (2017). Similarities between induced membrane and amniotic membrane: Novelty for bone repair. *Placenta*, 59, 116–123. <https://doi.org/10.1016/j.placenta.2017.06.340>
10. Villarreal-Villarreal, G. A., Simental-Mendía, M., Alonso, A. A., Vilchez-Cavazos, F., Acosta-Olivo, C. A., & Peña-Martínez, V. M.

- (2023). Comparison of anterior iliac crest versus proximal tibia autologous bone Graft harvesting: A systematic review and meta-analysis. *The journal of foot and ankle surgery*, 62(2), 388–397. <https://doi.org/10.1053/j.jfas.2022.10.004>
11. Shi, L. L., Garg, R., Jawa, A., Wang, Q., Chai, Y., Zeng, B., & Jupiter, J. B. (2020). BONY hypertrophy in vascularized fibular grafts. *HAND*, 17(1), 106–113. <https://doi.org/10.1177/1558944719895784>
 12. Hamiti, Y., Abudureyimu, P., Lyu, G., Yusufu, A., & Yushan, M. (2024). Trifocal versus Pentafoal bone transport in segmental tibial defects: A matched comparative analysis for posttraumatic osteomyelitis treatment. *BMC musculoskeletal disorders*, 25(1). <https://doi.org/10.1186/s12891-024-07507-w>
 13. Wallace, S. J., & Rozbruch, S. R. (2023). Trifocal tandem tibial bone transport and knee stabilization using the Ilizarov method. *Limb lengthening and reconstruction surgery case atlas*, 1–7. https://doi.org/10.1007/978-3-319-02767-8_458-1
 14. Carter, J. T., Craft, M., Dabash, S., Thabet, A. M., & Abdelgawad, A. (2021). Bifocal femoral lengthening with intramedullary magnetic lengthening nail following osteotomy propagation. *Journal of limb lengthening & reconstruction*, 7(2), 139–141. https://doi.org/10.4103/jllr.jllr_9_21
 15. Yushan, M., Hamiti, Y., Yalikun, A., Lu, C., & Yusufu, A. (2022). Bifocal femoral lengthening assisted by preoperative 3-dimensional design in the restoration of posttraumatic limb length discrepancy. *BMC Surgery*, 22(1). <https://doi.org/10.1186/s12893-022-01697-7>

Стаття надійшла до редакції 14.11.2025	Отримано після рецензування 20.11.2025	Прийнято до друку 04.12.2025
---	---	---------------------------------

APPLICATION OF SURGICAL TECHNOLOGIES FOR THE TREATMENT OF VICTIMS WITH LONG BONE DEFECTS DUE TO MODERN COMBAT TRAUMA

S. Guryev ¹, S. Hariyan ², V. Kushnir ¹, O. Tsybulsky ²

¹ SI «Ukrainian Scientific and Practical Center for Emergency Care and Disaster Medicine of the Ministry of Health of Ukraine», Kyiv

² MI «Ternopil Regional Clinical Hospital». Ukraine

✉ Serhiy Guryev, MD, Prof.: gurevsergej1959@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-0191-945X>

✉ Serhiy Hariyan, MD, PhD: drhariyan@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0006-2662-5756>

✉ Vitalii Kushnir, MD, DMSci: kv78@i.ua; <https://orcid.org/0000-0003-4569-7246>

✉ Oleksandr Tsybulsky: tsybulsky.oleksandr@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0009-5310-3621>