

УДК 616.717/.718-001.5-089.843:303.442.3](045)

DOI: <http://dx.doi.org/10.15674/0030-59872026333-42>

## Застосування хірургічних технологій лікування постраждалих із дефектами довгих кісток унаслідок сучасної бойової травми. Повідомлення четверте. Технологія кісткової пластики

С. О. Гур'єв <sup>1</sup>, С. В. Гаріян <sup>2</sup>, В. А. Кушнір <sup>1</sup>, О. С. Цибульський <sup>2</sup>, Н. І. Іскра <sup>3</sup>

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

<sup>2</sup> Тернопільська обласна клінічна лікарня. Україна

<sup>3</sup> Національний університет охорони здоров'я України ім. П. Л. Шупика, Київ

*Objective.* Evaluate the possibilities of using bone grafting to treat patients with long bone defects caused by combat injuries. *Methods.* This study is retrospective, based on the cohort principle. The formation of a specific study array was carried out using the method of irreversible randomization based on the successful performance of bone grafting. *Results.* The study found out that the need for bone grafting in the treatment of long bone defects in victims of modern combat limb trauma was only in 6.94 % of cases. This method was primarily used (in 74.22 % of cases) for patients aged 31–50, due to mine-blast injuries (58.33 %) and shrapnel wounds (41.67%). Most often, cavitary defects of long bones were localized on the tibia (41.66%) and femur (25.00 %). According to qualitative characteristics, medium cavitary defects of long bones (2–8 cm<sup>3</sup>) were found in 41.67 %, large (8–15 cm<sup>3</sup>) in 33.33 %, extra large (more than 15 cm<sup>3</sup>) in 16.67 % and small (up to 2 cm<sup>3</sup>) in 8.33 %. It was also found out that bone grafting was most often performed in 41.67 % using the technology of autoplasty with crushed cancellous bone, in 33.33 % using autoplasty with a three-layer graft, and in 25.00 % using autoplasty with cancellous bone with bioglass. *Conclusions.* Indications for bone grafting in patients with long-bone defects are determined through an integrated analysis of the defect's clinical-epidemiological and clinical-anatomical characteristics, with a specific surgical treatment method selected based on the size of the defect. *Keywords.* Long bones, cavitary defects, surgical treatment, bone grafting, combat injuries.

*Мета.* Проаналізувати можливості застосування методу реконструктивних кістково-пластичних втручань під час лікування постраждалих із дефектами довгих кісток скелета внаслідок бойової травми. *Методи.* Дослідження ретроспективне, засноване на когортному принципі. Формування конкретного масиву роботи відбувалося методом безповоротної рандомізації за ознакою успішного виконання кісткової пластики. *Результати.* Виявлено, що потреба у виконанні кісткової пластики під час лікування дефектів довгих кісток склала 6,94 %. Цей метод застосовувався здебільшого в 74,22 % у віці 31–50 років, через мінно-вибухові травми (58,33 %), уламкових ушкоджень (41,67 %). Найчастіше кавітарні дефекти довгих кісток локалізувалися на великогомілковій (41,66 %) та стегновій кістках (25,00 %), за якісною характеристикою зустрічалися середні кавітарні дефекти — 2–8 см<sup>3</sup> (41,67 %), великі — 8–15 см<sup>3</sup> (33,33 %), надвеликі — більше 15 см<sup>3</sup> (16,67 %) та малі — до 2 см<sup>3</sup> (8,33 %). Зафіксовано, що кісткова аутопластика виконувалася у 41,67 % з подрібненою губчастою кісткою, у 33,33 % — тришаровим трансплантатом, у 25,00 % — губчастою кісткою з біосклом. *Висновки.* Покази для виконання кісткової пластики в постраждалих із дефектами довгих кісток формуються на підставі інтеграційного аналізу клініко-епідеміологічних, клініко-анатомічних характеристик дефекту, причому для кожного розміру дефекту існує метод вибору технології оперативного лікування.

**Ключові слова.** Довгі кістки, кавітарні дефекти, хірургічне лікування, кісткова пластика, бойові ушкодження

© Гур'єв С. О., Гаріян С. В., Кушнір В. А. та ін., 2026

## Вступ

Сучасна бойова травма має нові форми ушкодження, які характеризуються різноманітністю та багатокомпонентністю [1, 2], що, у свою чергу, вимагає застосування нових методик лікування. Це стосується насамперед такої клініко-нозологічної форми сучасних бойових уражень, як травми опорно-рухової системи [3, 4]. Дефекти довгих кісток є одним із найтяжчих, складних і, на жаль, досить поширених ускладнень бойових травм, які вимагають комплексного сучасного хірургічного лікування [5–10], застосування найбільш поширених технологій оперування (Masquelet, кістковий транспорт). Наразі розглянемо питання застосування менш поширених хірургічних способів лікування постраждалих із дефектами довгих кісток унаслідок сучасної бойової травми, а саме реконструктивних кістково-пластичних втручань.

Варто зауважити, що у відкритих доступних огляду й аналізу джерелах наукової інформації нами не знайдено системного аналізу застосування таких хірургічних технологій, лише поодинокі повідомлення в аспекті клінічних випадків. На сьогодні відсутня науково обґрунтована тактика надання спеціалізованої допомоги постраждалим із дефектами довгих кісток унаслідок сучасних бойових дій.

Зазначимо, що реконструктивні кістково-пластичні втручання варто розглядати як системну дію: якщо можливості мікрохірургії обмежені, важливими є рання координація, якісна первинна обробка рани, вчасна стабілізація та планування лікування, орієнтоване на реабілітацію.

**Мета:** проаналізувати можливості застосування методу реконструктивних кістково-пластичних втручань під час лікування постраждалих із дефектами довгих кісток скелета внаслідок бойової травми.

## Матеріал і методи

Роботу виконано з дотриманням вимог Гельсінської декларації і схвалено комісією з біоетики ДЗ «Український науково-практичний центр екстреної медичної допомоги та медицини катастроф МОЗ України», протокол № 5 від 07.07.2026 року.

Дослідження є ретроспективним, заснованим на когортному принципі. Загальний обсяг складає 519 випадків дефектів довгих кісток у постраждалих унаслідок сучасної бойової травми за період 2020–2026 р., що перевищує показник необхідного та достатнього відповідно до вимог закону великих чисел. Формування масиву спо-

стереження відбувалося методом безповоротної рандомізації за ознакою успішного виконання кісткової пластики. Критерієм успіху ми вважали максимально можливе відновлення анатомічної структури кістки. Обсяг дослідження склав 36 випадків дефектів довгих кісток кавітарного характеру, що певною мірою перевищує мінімальний обсяг фактичного матеріалу для проведення аналізу й отримання вірогідних результатів за умов застосування відповідних методологій статистичного аналізу. Варто зауважити, що під час формування масиву дослідження керувалися принципом успішності лікування, що дозволило визначити й оцінити чинники, які впливають на ефективність операції.

Вивчено й проаналізовано окремі клініко-епідеміологічні ознаки постраждалих із дефектами довгих кісток, яким було виконано реконструктивно кістково-пластичні втручання (вік, механізм виникнення ушкодження) та клініко-анатомічні характеристики дефекту (локалізація та розмір). Виявлено, що кісткова пластика успішно застосовувалася лише в разі дефектів кавітарного дефекту.

У відкритих, доступних огляду та аналізу джерелах наукової інформації нами не було знайдено адекватних і загально визнаних класифікацій розмірів саме кавітарних дефектів довгих кісток, тому була проведена модифікація класифікації D. Paley [11], що і було застосовано в цій роботі.

Зважаючи на зазначений обсяг масиву вивчення й враховуючи подальший його розподіл, було застосовано непараметричні методи статистичного аналізу: Вілкоксона, для порівняння розрахункових показників із критичними значеннями критерія Манна-Уїтні за довірчої вірогідності  $p = 0,01$ , поліхоричний аналіз із визначенням характеру, сили та вірогідності показників зв'язку ознак, які вивчалися. Водночас розрахунковий показник Pearson порівнювався з критичним значенням F-критерію 10,83. Зважаючи на обмеженість масиву дослідження, розрахунок коефіцієнта взаємного сполучення під час проведення поліхоричного аналізу застосовувався з використанням поправки О. О. Чупрова. Також було задіяно елементи фрактального аналізу, а саме розрахунок та якісна оцінка дисипації розподілу за методом визначення максимального та мінімального показників варіаційного ряду розподілу.

Застосування таких методів збору фактичного матеріалу, формування масиву дослідження та його аналіз відповідає вимогам і критеріям до-

казової медицини та дозволяє отримати вірогідні результати. Загалом програмно-методологічне забезпечення роботи відповідає вимогам медицини, що заснована на доказах.

## Результати

У загальному масиві дослідження потреба у виконанні кісткової пластики під час лікування дефектів довгих кісток у постраждалих унаслідок сучасної бойової травми кінцівок склала 6,94 %. Зауважимо, що саме ця методика застосовується досить нечасто, бо основними показами є кавітарні дефекти довгих кісток. Цей метод дозволяє відновити об'єм втраченої кістки та стимулював остеогенез. Усі дефекти, які потребували та яким було успішно виконано кісткову пластику, мали кавітарний характер, за умов інших типів її застосування було незадовільним.

Для вивчення впливу ознаки віку на виникнення потреби в кістковій пластичі унаслідок сучасних бойових дій нами проведено порівняльний аналіз у постраждалих із кавітарними дефектами та хворих загального масиву вивчення (табл. 1). Отже існує неспівпадіння рангових місць у розподілі за ознакою віку в обох групах порівняння. У групі постраждалих до 20 та старше 60 років кісткова пластика взагалі не виконувалася. У групі 21–30 років показник питомої ваги складає 16,67 %, що на 42,58 % в абсолютному значенні інтенсивного показника, або на 12,36 % менше за показник загального масиву; 31–40 років — 41,66 %, що на 30,37 % в абсолютному значенні інтенсивного показника, або в 3,5 рази більше за результат загального масиву, 41–50 років — 33,33 % за питомою вагою цієї групи, що на 3,77 % в абсолютному значенні інтенсивного показника, або на 10,17 % показника базового рівня менше за дані загального масиву. У віці 51–60 років величина питомої ваги складає 8,33 %, що на 2,96 % в абсолютному значенні інтенсивного по-

казника, або на 26,22 % — базового рівня менше за загальний масив.

Таким чином, кісткова пластика для заміщення кавітарних дефектів довгих кісток у постраждалих унаслідок сучасних бойових дій застосовувалася в основному в 74,99 % у віці 31–50 років, у якому, з одного боку, починаються та розвиваються інволютивні процеси кісткової тканини, з іншого — є достатній регенеративний потенціал для адаптації та перебудови кісткового трансплантата.

Із метою визначення вірогідності розподілу та викладених положень нами проведено визначення непараметричного критерію оцінки вірогідності Вілкоксона-Манна-Уїтні. Результати довели, що значення U-критерію складає 47, що перевищує критичне значення 3, тобто розподіл є об'єктивним, а гіпотеза впливу вірогідна.

Для визначення потреби у виконанні кісткової пластики залежно від ознаки локалізації дефекту нами проведено розподіл масиву постраждалих із кавітарними дефектами довгих кісток для порівняння з розподілом у загальному масиві постраждалих унаслідок сучасних бойових дій (табл. 2).

Виявлено, що наявна певна різниця рангових місць. Водночас має місце суттєва різниця показників питомої ваги за групами порівняння. Так, у разі локалізації кавітарного дефекту на плечі показник питомої ваги склав 16,67 % цієї групи, що на 10,42 % в абсолютному значенні інтенсивного показника, або в 1,67 раза вище за показник загального масиву.

Кавітарні дефекти передпліччя потребували виконання кісткової пластики також у 16,67 % за питомою вагою цієї групи порівняння, що на 1,04 % в абсолютному значенні інтенсивного показника, або на 6,70 % базового рівня більше за дані загального масиву.

Таблиця 1

Порівняльний аналіз розподілу масиву постраждалих за віковою ознакою

| Вік (роки) | Масив постраждалих з кавітарними дефектами |      | Загальний масив постраждалих із дефектами |      |
|------------|--------------------------------------------|------|-------------------------------------------|------|
|            | питома вага (%)*                           | ранг | питома вага (%)*                          | ранг |
| До 20      | 0                                          | 5    | 8,06                                      | 4    |
| 21–30      | 16,67                                      | 3    | 29,03                                     | 2    |
| 31–40      | 41,66                                      | 1    | 11,29                                     | 3    |
| 41–50      | 33,33                                      | 2    | 37,10                                     | 1    |
| 51–60      | 8,33                                       | 4    | 11,29                                     | 3    |
| Більше 60  | 0                                          | 5    | 3,23                                      | 5    |
| Загалом    | 100,00                                     | —    | 100,00                                    | —    |

Кісткову пластику з приводу дефектів стегнової кістки було виконано в 25,00 % у цій групі порівняння, що на 6,25 % в абсолютному значенні інтенсивного показника, або на 33,33 % — базового рівня вище за результат загального масиву. Постраждали з кавітарними дефектами гомілки потребували виконання кісткової пластики в 41,66 % за питомою вагою даної групи порівняння, що на 17,71 % в абсолютному значенні інтенсивного показника, або на 29,83 % — базового рівня менше за дані загального масиву.

Отже, найбільшу потребу у виконанні кісткової пластики мають постраждали з дефектами кісток гомілки. Водночас цей показник суттєво нижче за дані розподілу в загальному масиві. Інші локалізації мають значення вище за показник розподілу в загальному масиві, насамперед це стосується плечової кістки, якій притаманна наявність кавітарних дефектів, що потребують кісткової пластики.

Для визначення об'єктивності розподілу та вірогідності гіпотези впливу ознаки локалізації дефекту на виникненні потреби в кістковій пластичності проведено визначення непараметричного критерію оцінки вірогідності Вілкоксона-Манна-Уїтні. Виявлено, що показник Манна-Уїтні дорівнює 16, що значно вище критичного значення  $U_{st} = 0$ . Це вказує на об'єктивність розподілу та підтвердження гіпотези впливу ознаки локалізації дефекту на виникнення потреби у виконанні кісткової пластики.

Генезис кавітарних дефектів, які потребують виконання кісткової пластики, є досить складним і важливим питанням проблеми дефектів довгих кісток. Для визначення впливу механізму виникнення ушкодження на виникнення кавітарних дефектів нами проведено порівняльний аналіз розподілу масиву пацієнтів із кавітарними дефектами довгих кісток, що потребували кісткової пластики та загального масиву постраждалих із дефектами довгих кісток унаслідок бойових дій за ознакою механізму отримання ушкодження (табл. 3).

Дані таблиці 3 дозволяють встановити, що кавітарні дефекти довгих кісток, які потребують кісткової пластики, виникають переважно внаслідок мінно-вибухової травми та скиду вибухівки з дрона — 58,33 %, що на 11,25 % в абсолютному значенні інтенсивного показника, або на 16,17 % — базового рівня менше за дані загального масиву. Унаслідок уламкових уражень такі дефекти виникають в 41,67 %, що на 21,02 % в абсолютному значенні інтенсивного показника, або вдвічі більше за показник базового рівня.

Зазначимо, що кавітарні дефекти довгих кісток у постраждалих діагностувалися переважно через вплив бойових уражаючих чинників високої інтенсивності, а по-друге — досить часто після вторинного впливу зброї (уламків). Отже кавітарні дефекти хоча і піддаються впливу факторів високої інтенсивності, але в меншому ступені, ніж у загальному масиві постраждалих із дефектами довгих кісток.

Таблиця 2

## Аналіз розподілу масиву постраждалих за ознакою «локалізація»

| Локалізація кавітарного дефекту | Масив постраждалих з кавітарними дефектами довгих кісток |      | Загальний масив постраждалих з дефектами довгих кісток |      |
|---------------------------------|----------------------------------------------------------|------|--------------------------------------------------------|------|
|                                 | питома вага (%)*                                         | ранг | питома вага (%)*                                       | ранг |
| Плече                           | 16,67                                                    | 3    | 6,25                                                   | 4    |
| Передпліччя                     | 16,67                                                    | 3    | 15,63                                                  | 3    |
| Стегно                          | 25,00                                                    | 2    | 18,75                                                  | 2    |
| Гомілка                         | 41,66                                                    | 1    | 59,37                                                  | 1    |
| Загалом                         | 100,00                                                   | —    | 100,00                                                 | —    |

Таблиця 3

## Аналіз розподілу масиву постраждалих за ознакою механізму отримання ушкодження

| Механізм виникнення ушкодження                  | Масив постраждалих з кавітарними дефектами довгих кісток |      | Загальний масив постраждалих з дефектами довгих кісток |      |
|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|------|--------------------------------------------------------|------|
|                                                 | питома вага (%)*                                         | ранг | питома вага (%)*                                       | ранг |
| Мінно-вибухова травма та скид вибухівки з дрона | 58,33                                                    | 1    | 69,57                                                  | 1    |
| Уламкове                                        | 41,67                                                    | 2    | 20,65                                                  | 2    |
| ДТП, пов'язані з бойовими діями                 | 0                                                        | 3    | 9,78                                                   | 3    |
| Загалом                                         | 100,00                                                   | —    | 100,00                                                 | —    |

Проведений непараметричний ранговий аналіз за Манна-Уїтні вказує, що у  $U_f = 9$  перевищує значення критичного показника 1. Розподіл можна вважати об'єктивним, а гіпотезу про вплив вірогідною.

Для аналізу розміру дефекту було застосовано класифікацію D. Paley в нашій модифікації, яка враховує реальний обсяг дефекту, що необхідно для оцінювання саме кавітарних дефектів довгих кісток (табл. 4).

Виявлено, що найчастіше виникають середні кавітарні дефекти — 41,67 %, на другому ранговому місці знаходяться великі — 33,33 %, надвеликі займають третє рангове місце — 16,67 % за питомою вагою. Малі кавітарні дефекти довгих кісток зафіксовано лише у 8,33 %. Таким чином, кавітарні дефекти довгих кісток у 74,99 % випадків є середніми й великими за якісною характеристикою. Співвідношення максимального до мінімального показників варіаційного ряду становить 5, що вказує на високу дисипацію розподілу та опосередковано — на його вірогідність.

З огляду на це, постає питання про застосування оптимальної технології кісткової пластики для заміщення кавітарного дефекту довгої кістки у постраждалих унаслідок сучасних бойових дій. З урахуванням застосування в даному дослідженні концепції успішності лікування нами було проведено розподіл масиву постраждалих з кавітарними дефектами за ознакою технології кісткової пластики, а результати такого розподілу наведено в таблиці 5.

Отже виявлено, що серед постраждалих, яким було успішно застосовано кісткову пластику за кавітарних дефектів довгих кісток найбільшу питому вагу складає аутопластика зі застосуванням

губчастої кістки 41,67 %, у 33,33 % випадків пацієнти потребували технології кісткової пластики зі застосуванням губчастої кістки в поєднанні з біосклом. Тришаровий аутотрансплантат було використано для заміщення кавітарного дефекту в цієї категорії у 25,00 % випадків.

Для визначення використання конкретної технології кісткової пластики в постраждалих із кавітарними дефектами довгих кісток проведено розподіл масиву вивчення у групах технології кісткової пластики за ознакою «тип кавітарного дефекту» (табл. 6).

Виявлено, що кожній технології кісткової пластики у постраждалих із кавітарними дефектами довгих кісток притаманний свій розмір дефекту. Аутопластика зі застосуванням губчастої кістки найчастіше успішно застосовувалася за середніх кавітарних дефектів підтипу A1.2 (80,00 %) і значно менше за A1.1 (20,00 %). Аутопластика тришаровим трансплантатом успішно була використана в постраждалих із великими дефектами підтипу A1.3 — 66,67 % масиву та у 33,33 % за питомою вагою за середніх дефектів (підтип A1.2). Аутопластика губчастою кісткою зі застосуванням біоскла потребувалася в рівній питомій вазі (по 50,00 %) у разі великих кавітарних дефектів (підтип A1.3) та надвеликих (підтип A1.4).

Із метою верифікації успішності виконання кісткової пластики залежно від типу кавітарного дефекту довгої кістки в постраждалих унаслідок сучасних бойових дій нами був проведений розподіл за ознакою технології кісткової пластики у групах за типом кавітарного дефекту (табл. 7).

Таблиця 4

#### Аналіз розподілу масиву вивчення за ознакою розміру кавітарного дефекту

| Підтип кавітарного дефекту        | Якісна характеристика | Питома вага (%) | Ранг |
|-----------------------------------|-----------------------|-----------------|------|
| A1.1 (до 2 см <sup>3</sup> )      | малі                  | 8,33            | 4    |
| A1.2 (2–8 см <sup>3</sup> )       | середні               | 41,67           | 1    |
| A1.3 (8–15 см <sup>3</sup> )      | великі                | 33,33           | 2    |
| A1.4 (більше 15 см <sup>3</sup> ) | надвеликі             | 16,67           | 3    |
| Загалом                           | —                     | 100,00          | —    |

Таблиця 5

#### Аналіз розподілу масиву постраждалих за ознакою «тип кісткової пластики»

| Тип кісткової пластики                   | Питома вага (%) | Ранг |
|------------------------------------------|-----------------|------|
| Аутопластика (губчаста кістка)           | 41,67           | 1    |
| Аутопластика (тришаровий трансплантат)   | 25,00           | 3    |
| Аутопластика (губчаста кістка) + біоскло | 33,33           | 2    |
| Загалом                                  | 100,00          | —    |

Таблиця 6

**Інтегральний аналіз розподілу масиву вивчення у групах за ознакою тип кавітарного дефекту  
в групах за технологією кісткової пластики**

| Підтип кавітарного дефекту        | Аутопластика (губчаста кістка) |      | Аутопластика (тришаровий трансплантат) |      | Аутопластика (губчаста кістка) + біоскло |      |
|-----------------------------------|--------------------------------|------|----------------------------------------|------|------------------------------------------|------|
|                                   | питома вага (%)                | ранг | питома вага (%)                        | ранг | питома вага (%)                          | ранг |
| A1.1 (до 2 см <sup>3</sup> )      | 20,00                          | 2    | 0                                      | 3    | 0                                        | 2    |
| A1.2 (2–8 см <sup>3</sup> )       | 80,00                          | 1    | 33,33                                  | 2    | 0                                        | 2    |
| A1.3 (8–15 см <sup>3</sup> )      | 0                              | 3    | 66,67                                  | 1    | 50,00                                    | 1    |
| A1.4 (більше 15 см <sup>3</sup> ) | 0                              | 3    | 0                                      | 3    | 50,00                                    | 1    |
| Загалом                           | 100,00                         | —    | 100,00                                 | —    | 100,00                                   | —    |

Таблиця 7

**Інтегральний аналіз розподілу масиву вивчення у групах за ознакою технології кісткової пластики  
в групах за типом кавітарного дефекту**

| Підтип кавітарного дефекту        | Аутопластика (губчаста кістка) | Аутопластика (тришаровий трансплантат) | Аутопластика (губчаста кістка) + біоскло | Загалом |
|-----------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------|---------|
| A1.1 (до 2 см <sup>3</sup> )      | 100                            | 0                                      | 0                                        | 10      |
| A1.2 (2–8 см <sup>3</sup> )       | 80                             | 20                                     | 0                                        | 100     |
| A1.3 (8–15)                       | 0                              | 50                                     | 50                                       | 100     |
| A1.4 (більше 15 см <sup>3</sup> ) | 0                              | 0                                      | 100                                      | 100     |

Зазначимо, що для кожного типу кавітарного дефекту довгих кісток існують технології кісткової пластики, які забезпечують успіх оперативного втручання. В усіх постраждалих із малими (підтип A1.1) кавітарними дефектами довгих кісток застосовувалася аутопластика з використанням губчастої кістки. У постраждалих із середніми (підтип A1.2) — 80,00 % із використанням губчастої кістки і у 20,00 % із тришаровим кістковим трансплантатом. Аутопластика тришаровим трансплантатом та з губчастою кісткою в поєднанні з біосклом в рівних частинах за питомою вагою застосовувалася в разі великих дефектів (підтип A1.3), а за надвеликих лише технологія аутопластики з губчастою кісткою в поєднанні з біосклом.

Для визначення вірогідності зв'язку розміру дефекту й успішності виконання технології кісткової пластики й розміру кавітарного дефекту довгих кісток у постраждалих унаслідок сучасних бойових дій нами проведено поліхоричний аналіз даних (табл. 6 та 7). Встановлено, що між успішністю виконання конкретної технології кісткової пластики та розміром кавітарного дефекту довгих кісток існує позитивний ( $\varphi^2 = 0,99$ ), сильний ( $k = 0,6357$ ) та вірогідний зв'язок ( $\chi^2 = 11,88$ ), а зазначені положення знаходяться в межах поля вірогідності.

Підсумовуючи, варто зауважити, що кісткова пластика використовувалася лише в постраждалих із кавітарними дефектами довгих кісток

здебільшого віком до 50 років, в яких збережено регенераторний потенціал кістки, як правило на кістках стегна та гомілки.

*Клінічний приклад № 1.* Постраждалий Б., 50 років, госпіталізований із вогнепальним уламковим сліпим пораненням правої гомілки. Виявлено кавітарний кістковий дефект і дефект м'яких тканин. На першому етапі надання медичної допомоги виконано дебридмент рани та фіксацію уламків апаратом зовнішньої фіксації (рис. 1 а, б). Через два тижні після отримання ушкодження виконано кісткову пластику — застосовано подрібнену губчасту кістку з біосклом в пропорції 3 : 1 (рис. 2). Післяопераційний контроль: кавітарний дефект якісно заповнений аутоотрансплантатом (рис. 3). Надалі виконано рентген-контроль через 2,5 та 5 міс. На контрольних рентгенограмах (рис. 3, в–е) спостерігається значне відновлення структури кістки.

*Клінічний приклад № 2.* Постраждалий С., 44 роки, госпіталізований із ушкодженням стегнової кістки внаслідок мінно-вибухової травми. Виявлено кавітарний дефект дистального відділу стегнової кістки. На першому етапі надання медичної допомоги виконано дебридмент рани та накладено стрижневий апарат зовнішньої фіксації (рис. 4 а, б); на другому — зафіксовано перелом стегнової кістки пластиною та заповнено кавітарний дефект цементним спейсером (рис. 4, в). Через 6 тижнів видалено спейсер і виконано кісткову пластику подрібненою губчастою кісткою

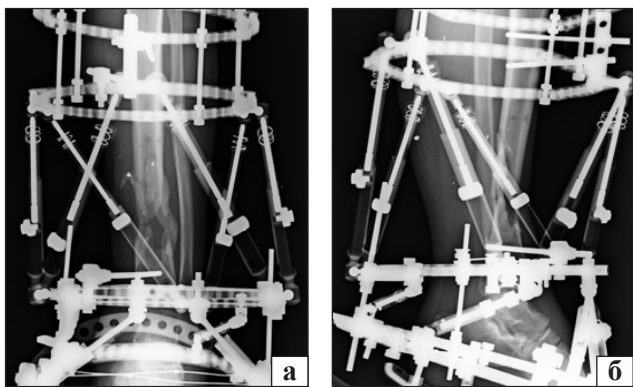


Рис. 1. Рентгенограми хворого Б. а) пряма та б) бокова проекції

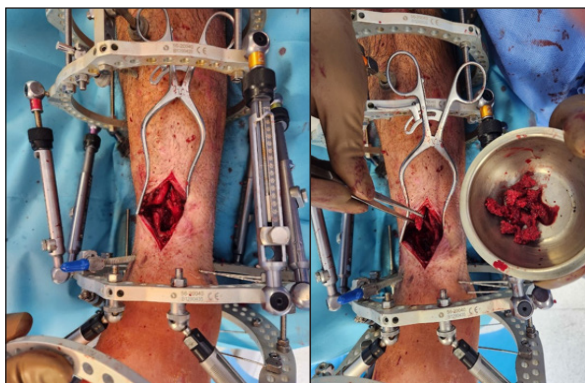


Рис. 2. Інтраопераційне фото (кісткова пластика аутотрансплантатом тазової кістки)

з передніх відділів таза (рис. 5). Через 3 міс. виконано контрольні рентгенологічні знімки (рис. 6), зафіксовано відновлення структури кістки.

**Клінічний приклад № 3.** Поранений К., 25 років, діагностовано множинні травми правої верхньої кінцівки з наявним кавітарним дефектом дистального відділу плечової кістки. На першому етапі надання медичної допомоги виконано дебридмент рани та накладено стрижневий апарат зовнішньої фіксації (рис. 7 а, б); на другому — відстрочене закриття рани плеча, пластику дефекту м'яких тканин передпліччя паховим клаптом (рис. 8 а, б). На третьому етапі через 3 міс. виконано фіксацію перелому дистального відділу плечової кістки пластинами з пластиною латеральної колони 3-х кірковим трансплантатом із крила клубової кістки (рис. 9 а, б).

## Обговорення

У результаті проведеного дослідження виявлено, що кісткова пластика застосована в 6,94 % випадків у процесі лікування постраждалих із дефектами довгих кісток унаслідок сучасних бойових дій. Це певною мірою вище за дані світових джерел наукової інформації [9, 12]. Варто за-

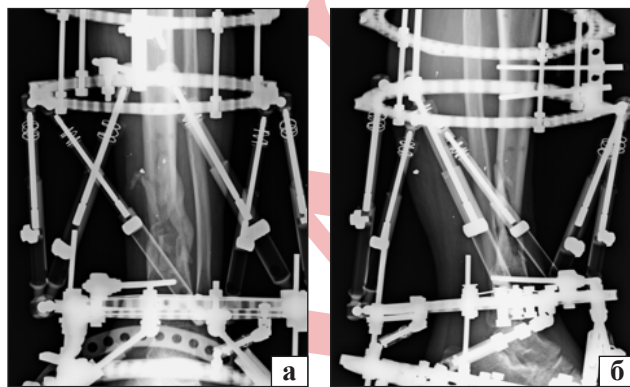


Рис. 3. Фотовідбиток рентгенограм після кісткової пластики пряма (а) та бокова (б) проекції; через 2,5 міс. — пряма (в) та бокова (г) проекції; через 5 міс. — пряма (д) та бокова (е) проекції

уважити, що всі дефекти в постраждалих, яким була успішно виконана кісткова пластика, мали кавітарний характер. Це, з нашої точки зору, обумовлено особливостями впливу травмувальних факторів на постраждалих. Здебільшого кісткова пластика (91,67 %) застосовувалася в осіб віком 21–50 років, що обумовлено збереженням регенераторного потенціалу кістки, за локалізацією найбільш прийнятною є плечова та стегнова кістки.

Застосування модифікованої нами класифікації D. Pale довело, що найбільш поширені кавітарні дефекти — середнього розміру 2–8 см<sup>3</sup> (41,67 %) та великі 8–15 см<sup>3</sup> (33,33 %), надвеликі (більше 15 см<sup>3</sup>) становлять 16,67 %. Здебільшого кісткова пластика має задовільний ефект за дефектів від 2 до 15 см<sup>3</sup>, що становить 75,00 % масиву дослідження. Такі дані є унікальними для постраждалих із бойовою травмою.

Механізм виникнення дефекту кістки, за якого успішно виконано кісткову пластику, обумовлений у 58,33 % вибуховою травмою та у 41,67 % — уламками, причому останній показник удвічі перевищує значення даних загального масиву.

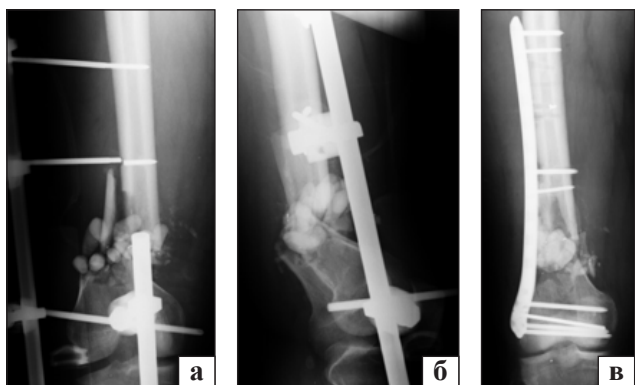


**Рис. 4.** Фотовідбиток рентгенограм хворого С.: пряма (а), бокова (б) проєкції та після заповнення дефекту цементним спейсером і пластиною (в)

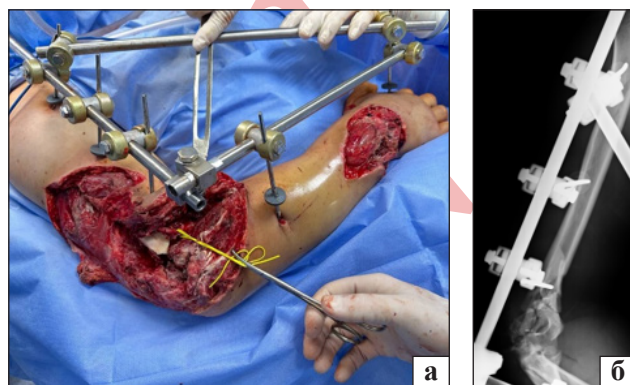


**Рис. 7.** Інтраопераційний вигляд (а) і фотовідбиток рентгенограми (б)



**Рис. 5.** Інтраопераційне фото кісткової пластики аутотрансплантатом із тазової кістки (а) рентгенограми після виконання пластики пряма (б) бокова (в) проєкції

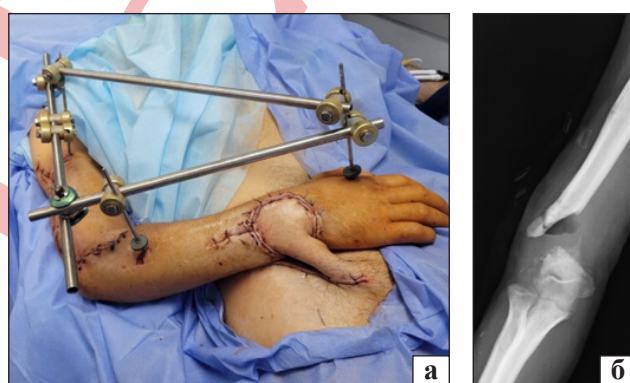


**Рис. 8.** Зовнішній вигляд (а) та фотовідбиток рентгенограми через 3 міс. (б)

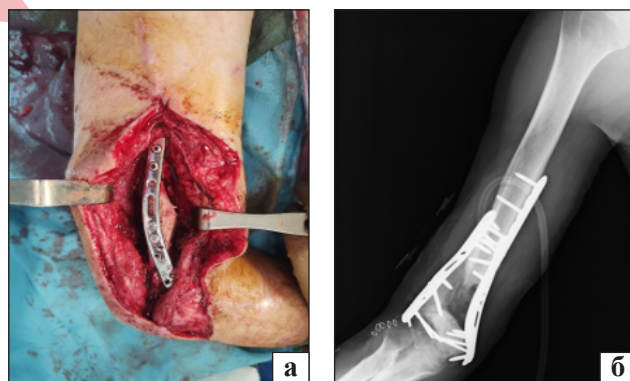


**Рис. 6.** Фотовідбитки рентгенограм через 3 міс. після кісткової пластики



**Рис. 9.** Зовнішній вигляд травми після пластики (а), фотовідбиток рентгенограми пряма (б) і бокова в проєкції

Вищевикладене свідчить на користь того, що кавітарні дефекти виникають унаслідок як безпосереднього, так і опосередкованого впливу вражаючих факторів. Це підтверджує дані світових джерел наукової інформації [2, 13, 14] та значно розширює уявлення про генезис таких ушкоджень.

Проаналізовано надання медичної допомоги та проведення оперативних втручань постраждалих із кавітарними дефектами довгих кісток, яким було виконано кісткову пластику й застосовано такі технології, як аутопластичні операції: губчастою кісткою — 41,67 %; губчастою кісткою в поєднанні з біосклом — 33,33 % та тришаровим трансплантатом — 25,00 %. Встановлено, що губчаста аутопластика у 80 % була успішно застосована в постраждалих із дефектами об'ємом 2–8 см<sup>3</sup>; губчаста кістка зі застосуванням біоскла — понад 8 см<sup>3</sup>; тришаровим трансплантатом — 2–15 см<sup>3</sup>.

Слід зауважити, що ефективність використання реконструктивних кістково-пластичних втручань залежить від збереження основних організаційних принципів. Досвід лікування бойових травм в умовах обмежених ресурсів доводить, що міждисциплінарні моделі збереження кінцівок можуть бути реалізованими, хоча інфекції, незрощення й незадовільні реабілітаційні заходи залишаються серйозними проблемами. Автори дослідження підкреслили важливість скоординованої міждисциплінарної взаємодії навіть у прифронтових умовах [15, 16].

## Висновки

Кісткова пластика в процесі лікування постраждалих із дефектами довгих кісток була успішною лише в разі кавітарного характеру дефекту, серед механізмів отримання ушкодження превалюють як безпосередній (вибухова травма), так і опосередкований (уламкове ураження) вплив бойових факторів ураження.

Підсумовуючи, необхідно зауважити, що успішність виконання кісткової пластики в постраждалих із дефектами довгих кісток унаслідок сучасних бойових дій потребує формування чітких показів виконання конкретних технологій оперативних втручань залежно від клініко-епідеміологічних і клініко-анатомічних характеристик. Хоча безумовно конкретний вибір технології оперативного втручання завжди залишається на розсуд лікаря. Найбільш прийнятною для успішного виконання кісткової пластики в потерпілих

із дефектами довгих кісток є локалізація дефекту на стегні та гоміліці.

**Конфлікт інтересів.** Автори декларують відсутність конфлікту інтересів.

**Перспективи подальших досліджень.** У подальших дослідженнях планується провести аналіз застосування інших технологій хірургічного лікування кісткових дефектів унаслідок сучасної бойової травми.

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

**Внесок авторів.** Гур'єв С. О. — обґрунтування напряму та мети дослідження, загальне керівництво; Гаріян С. В. — написання основного тексту дослідження, висновки; Кушнір В. А. — аналіз матеріалів дослідження, формування списку літератури; Цибульський О. С. — збір матеріалів дослідження; Іскра Н. І. — огляд джерел наукової інформації, написання обговорення.

## Список літератури

1. Gaida, I. M., Badyuk, M. I., & Sushko, Y. I. (2018). Peculiarities of structure and current of modern combat trauma among servicemen of the Armed Forces of Ukraine. *Pathologia*, 0(1). <https://doi.org/10.14739/2310-1237.2018.1.129329>
2. Skoroplit, S. M., Mykhnevich, K. G., Zamyatin, P. M., Khoroshun, E. M., Borodai, V. O., Tertyshny, S. V., Zamyatin, D. P., & Cheverda, V. M. (2022). Features of combat trauma and organization of medical care. *Kharkiv Surgical School*, (6), 51–63. <https://doi.org/10.37699/2308-7005.6.2022.10>
3. Hrytsai, M., Kolov, H., Sabadosh, V., Vyderko, R., Polovyi, A., & Hutsailiuk, V. (2024). Main surgical methods of critical tibial bone defects replacement (Literature review). *Terra orthopaedica*, (1(120)), 42–49. <https://doi.org/10.37647/2786-7595-2024-120-1-42-49>
4. Denysiuk, M., Dubrov, S., Cherniaiev, S., Sereda, S., & Zaikin, Y. (2022). Structure of traumatic injuries and experience in the treatment of the wounded patients, as a result of hostilities in the first days of Russia's attack on Ukraine. *Pain, anaesthesia & intensive care*, (1(98)), 7–12. [https://doi.org/10.25284/2519-2078.1\(98\).2022.256092](https://doi.org/10.25284/2519-2078.1(98).2022.256092)
5. Hohmann, E., Molepo, M., Laubscher, M., & Tetsworth, K. (2026). Open tibial fractures Part 2: A narrative review of definitive treatment and potential applicability to the southern African context. *Orthopedic Research and Reviews*, 18, 1–13. <https://doi.org/10.2147/orr.s553515>
6. Lurin, I., Burianov, O., Yarmoliuk, Y., Klapchuk, Y., Derkach, S., Gorobeiko, M., & Dinets, A. (2024). Management of severe defects of humerus in combat patients injured in Russo-Ukrainian war. *Injury*, 55(2), 111280. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2023.111280>
7. Guryev, S., Hariyan, S., Kushnir, V., & Tsybulsky, O. (2025). Application of surgical technologies for the treatment of victims with long bone defects due to modern combat trauma. *Orthopaedics traumatology and prosthetics*, (4), 25–30. <https://doi.org/10.15674/0030-59872025425-30>
8. Guryev, S., Hariyan, S., Kushnir, V., & Tsybulsky, O. (2026). Application of surgical technologies for the treatment of victims with defects of long bones due to modern combat trauma. Report three. Bone transport technologies. *Orthopaedics traumatology and prosthetics*, (2), 5–12. <https://doi.org/10.15674/0030-5987202625-12>
9. Rosslenbroich, S., Oh, C., Kern, T., Mukhopadhyaya, J., Raschke, M., Kneser, U., & Krettek, C. (2023). Current management of Diaphyseal long bone defects—A multidisciplinary and international perspective. *Journal of clinical medicine*, 12(19), 6283. <https://doi.org/10.3390/jcm12196283>
10. Yu, D., Shen, W., Dai, J., & Zhu, H. (2025). Treatment of large bone defects in load-bearing bone: Traditional and novel bone

- grafts. *Journal of Zhejiang university-SCIENCE B*, 26(5), 421–447. <https://doi.org/10.1631/jzus.b2300669>.
11. Berzenji, A. I., Rasul, D. N., & Muhammed S Alany, A. (2025). Effectiveness of the Ilizarov method in treating complex nonunions of the lower limb long bones. *Journal of international medical research*, 53(5). <https://doi.org/10.1177/03000605251337911>
  12. Ma, Y., Gu, S., Yin, Q., Li, H., Wu, Y., Zhou, Z., Feng, D., & Rui, Y. (2019). Application of multiple wrapped cancellous bone Graft methods for treatment of segmental bone defects. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 20(1). <https://doi.org/10.1186/s12891-019-2713-y>
  13. Zhang, M., Matinlinna, J. P., Tsoi, J. K., Liu, W., Cui, X., Lu, W. W., & Pan, H. (2020). Recent developments in bio-materials for long-bone segmental defect reconstruction: A narrative overview. *Journal of Orthopaedic Translation*, 22, 26–33. <https://doi.org/10.1016/j.jot.2019.09.005>
  14. Solomin, L., Plotnikovs, K., & Movcans, J. (2022). Acute shortening for open tibial fractures with bone and soft tissue defects: Systematic review of literature. *Strategies in Trauma and Limb Reconstruction*, 17(1), 44–54. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10080-1551>
  15. Farhat, T., Moussally, K., Nahouli, H., Hamad, S. A., Qaraya, K. A., Abdul-Sater, Z., El Sheikh, W. G., Jawad, N., Al Sedawi, K., Obaid, M., AbuKhoussa, H., Nyaruhirira, I., Tamim, H., Hettiaratchy, S., Bull, A. M., & Abu-Sittah, G. (2024). The integration of ortho-plastic limb salvage teams in the humanitarian response to violence-related open tibial fractures: Evaluating outcomes in the Gaza Strip. *Conflict and health*, 18(1). <https://doi.org/10.1186/s13031-024-00596-3>
  16. Koenig, V., Kempny, T., Holoubek, J., Votruba, T., & Joestl, J. (2025). Extremity and mandibular reconstruction after gunshot trauma—Orthoplastic strategies from five years of humanitarian missions in a resource-limited setting. *Journal of clinical medicine*, 14(14), 4852. <https://doi.org/10.3390/jcm14144852>

|                                           |                                           |                                 |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------|
| Стаття надійшла до редакції<br>20.07.2026 | Отримано після рецензування<br>14.08.2026 | Прийнято до друку<br>20.08.2026 |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------|

## APPLICATION OF SURGICAL TECHNOLOGIES IN THE TREATMENT OF VICTIMS WITH LONG BONE DEFECTS DUE TO MODERN COMBAT TRAUMA. MESSAGE FOUR. BONE PLASTIC TECHNOLOGY

S. O. Guryev <sup>1</sup>, S. V. Hariyan <sup>2</sup>, V. A. Kushnir <sup>1</sup>, O. S. Tsybulsky <sup>2</sup>, N. I. Iskra <sup>3</sup>

<sup>1</sup> DZ «Ukrainian Scientific and Practical Center of Emergency Medical Care and Disaster Medicine Ministry of Health of Ukraine», Kyiv

<sup>2</sup> Ternopil Regional Clinical Hospital. Ukraine

<sup>3</sup> Shupyk National Public Health University, Kyiv, Ukraine

✉ Sergiy Guryev, MD, DMSc, Prof.: [gurevsergej1959@gmail.com](mailto:gurevsergej1959@gmail.com); <https://orcid.org/0000-0003-0191-945X>

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

✉ Vitalii Kushnir, MD, DMSc: [kv78@i.ua](mailto:kv78@i.ua); <https://orcid.org/0000-0003-4569-7246>

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

✉ Nataliya Iskra, MD, DMSc, Prof.: [natisat95@gmail.com](mailto:natisat95@gmail.com); <https://orcid.org/0000-0001-5976-3625>