

Вінницький національний медичний університет ім. М. І. Пирогова
Міністерство охорони здоров'я України

Вінницький національний медичний університет ім. М. І. Пирогова
Міністерство освіти і науки України

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

ЛИТВИНЮК ОЛЕКСАНДР МИКОЛАЙОВИЧ

УДК 616.717/.718-001.45:616-089.844

ДИСЕРТАЦІЯ
ДИФЕРЕНЦІЙОВАНИЙ ПІДХІД ДО ЗАСТОСУВАННЯ
ОСТЕОПЛАСТИЧНИХ МАТЕРІАЛІВ ПРИ ВОГНЕПАЛЬНИХ
ПЕРЕЛОМАХ З ДЕФЕКТАМИ КІСТКОВОЇ ТКАНИНИ

222 Медицина

22 Охорона здоров'я

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ О. М. Литвинюк

Науковий керівник: Фіщенко Володимир Олександрович, доктор медичних наук, професор

Вінниця – 2026

АНОТАЦІЯ

Литвинюк О. М. Диференційований підхід до застосування остеопластичних матеріалів при вогнепальних переломах з дефектами кісткової тканини. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 22 «Охорона здоров'я» за спеціальністю 222 «Медицина». – Вінницький національний медичний університет ім. М. І. Пирогова, Вінниця, 2026.

Дисертаційна робота присвячена вирішенню актуального науково-практичного завдання сучасної медицини – оптимізації хірургічного лікування поранених із вогнепальними переломами трубчастих кісток, ускладненими дефектами кісткової тканини.

Мета дослідження – покращити результати лікування поранених з вогнепальними переломами з дефектами кісткової тканини шляхом диференційованого вибору остеопластичного матеріалу з урахуванням типу пошкодження, персоніфікованих факторів ризику пацієнтів та мікробіологічних характеристик бойової рани.

Виконано одноцентрове комбіноване дослідження з ретроспективним етапом розробки алгоритму та проспективним етапом його валідації. Проаналізовано клінічні показники 141 пораненого з вогнепальними переломами з дефектами кісткової тканини, які перебували на стаціонарному лікуванні в травматологічному відділенні КНП «Вінницька міська клінічна лікарня швидкої медичної допомоги» за період 2022-2025 років.

На ретроспективному етапі охарактеризовано клінічні результати застосування аутоспонгіозної остеопластики та кісткового цементу на основі поліметилметакрилату (ПММА), визначено значущі фактори прогнозу.

Аналізуючи клінічні результати використання аутологічних кісткових трансплантатів, застосованих 58 пораненим, підтверджено високу ефективність методики. Середній результат лікування становив $70,05 \pm 15,33$ балів та відповідав хорошим значенням. У більшості пацієнтів – 24 (41,38 %)

зафіксовано хороші результати лікування, у 9 (15,52 %) – відмінні, у 17 (29,31 %) хворих – задовільні, у 8 (13,79 %) обстежених – незадовільні.

Факторами сприятливого прогнозу застосування методики визначено: відкриті переломи типу II та IIIA за Gustilo-Anderson ((OR=14,33, CI (2,71-75,68), p=0,0008) та (OR=3,86, CI (1,19-12,54), p=0,02) відповідно); дефекти до 3 см (OR=2,94, CI (6,14-18,14), p=0,00004); дефекти від 3 до 5 см (OR=37,15, CI (4,26-323,87), p=0,000001); дефекти типу B3 відповідно до класифікації дефектів довгих кісток при бойовій травмі кінцівок (OR=7,04, CI (1,36-36,40), p=0,02); дефекти типу D3 A за класифікацією Tetsworth (OR=5,53, CI (1,00-30,56), p=0,03); вік до 45 років (OR=3,56, CI (1,67-7,57), p=0,009); ідентифікація представників роду *Bacillus* при мікробіологічному дослідженні бойових ран (OR=51,00, CI (3,22-808,36), p=0,001). Окрім того, чинниками, асоційованими з достовірно кращими результатами встановлено: дефекти типу C1 відповідно до класифікації дефектів довгих кісток при бойовій травмі кінцівок ($\tau=+0,24$, p=0,007); рівень Hb ≥ 100 г/л в передопераційному періоді ($\tau=+0,35$, p=0,00009); фізичний статус за ASA 1-2 класу ($\tau=+0,26$, p=0,004); ідентифікація представників грампозитивної мікрофлори при мікробіологічному дослідженні бойової рани ($\tau=+0,32$, p=0,004).

Факторами несприятливого клінічного прогнозу застосування методики визначено: пошкодження типу IIIB та IIIC за Gustilo-Anderson ((OR=5,00, CI (1,45-17,24), p=0,007) та (OR=14,40, CI (1,84-112,63), p=0,01) відповідно); дефекти понад 5 см; (OR=4,00, CI (1,17-13,72), p=0,02); дефекти типу C3 відповідно до класифікації дефектів довгих кісток при бойовій травмі кінцівок (OR=5,05, CI (1,17-21,83), p=0,02); дефекти типу D3 B та D3 C за класифікацією Tetsworth ((OR=5,80, CI (1,63-20,63), p=0,004) та (OR=343,00, CI (18,01-6533,86), p \leq 0,00000001) відповідно); вік старше 46 років (OR=10,64, CI (1,81-62,63), p=0,004); ідентифікація збудників інфекційних хвороб при мікробіологічному дослідженні бойової рани (за винятком представників роду *Bacillus*) (OR=2,74, CI (7,83-18,83), p=0,00008). Додатковими чинниками, пов'язаними з достовірно гіршими результатами аутоспонгіозної

остеопластики, є: дефекти типу C2 відповідно до класифікації дефектів довгих кісток при бойовій травмі кінцівок ($\tau=-0,18$, $p=0,047$); куріння ($\tau=-0,18$, $p=0,045$); гемотрансфузійна терапія ($\tau=-0,24$, $p=0,007$); рівень Hb < 100 г/л в передопераційному періоді ($\tau=-0,35$, $p=0,00009$); фізичний статус за ASA 3-4 класу ($\tau=-0,26$, $p=0,004$); контамінація поранень грамнегативною мікрофлорою ($\tau=-0,32$, $p=0,004$), зокрема ідентифікація мікроорганізмів родини *Enterobacteriaceae* ($\tau=-0,26$, $p=0,02$), у тому числі *Klebsiella pneumoniae* ($\tau=-0,22$, $p=0,04$); ідентифікація збудників групи *ESKAPE* ($\tau=-0,35$, $p=0,002$).

Середній клінічний результат остеопластики з використанням ПММА-кісткового цементу, застосованої у 39 пацієнтів з вогнепальними переломами з дефектами кісткової тканини, становив $74,51 \pm 14,24$ балів та відповідав хорошим значенням. Відмінні результати лікування встановлено у 11 (28,20 %) обстежених, хороші – у 14 (35,90 %), у 9 (23,08 %) пацієнтів зафіксовано задовільні значення, у 5 (12,82 %) осіб показники визначали як незадовільні.

Факторами сприятливого прогнозу використання ПММА-кісткового цементу вважаємо: дефекти типу C1 відповідно до класифікації дефектів довгих кісток при бойовій травмі кінцівок (OR=5,25, CI (1,12-24,67), $p=0,03$); дефекти типу D3 A за класифікацією Tetsworth (OR=8,00, CI (1,56-40,92), $p=0,006$); ідентифікація представників грамполозитивної мікрофлори у бойових ранах (OR=7,50, CI (1,15-48,97), $p=0,02$). Додатковими факторами, асоційованими з кращими клінічними результатами лікування, є: відкритий перелом типу II за Gustilo-Anderson ($\tau=+0,27$, $p=0,02$); дефекти до 3 см ($\tau=+0,31$, $p=0,006$); дефекти типу B3 відповідно до класифікації дефектів довгих кісток при бойовій травмі кінцівок ($\tau=+0,24$, $p=0,03$); вогнепальні переломи плечової кістки ($\tau=+0,31$, $p=0,005$); рівень Hb \geq 100 г/л в передопераційному періоді ($\tau=+0,54$, $p=0,000001$); фізичний статус за ASA 1-2 класу ($\tau=+0,26$, $p=0,02$); ідентифікація представників грамполозитивної мікрофлори при мікробіологічному дослідженні рани, зокрема бактерій роду *Staphylococcus* ($\tau=+0,32$, $p=0,01$) чи ізолятів роду *Bacillus* ($\tau=+0,31$, $p=0,02$).

Несприятливими предикторами використання ПММА-кісткового цементу визначено: пошкодження типу ІІС за Gustilo-Anderson (OR=49,50, CI (3,11-787,04), $p=0,002$); дефекти понад 5 см (OR=2,79, CI (1,34-13,34), $p=0,001$); дефекти типу С3 відповідно до класифікації дефектів довгих кісток при бойовій травмі кінцівок (OR=11,25, CI (1,32-95,73), $p=0,02$); дефекти типу D3 С за класифікацією Tetsworth (OR=30,00, CI (2,44-368,83), $p=0,002$); вогнепальні переломи стегнової кістки (OR=7,20, CI (1,15-45,12), $p=0,03$); наявність значень Hb < 100 г/л до проведення операції (OR=18,00, CI (2,72-119,20), $p=0,0008$); ідентифікація збудників групи *ESKAPE* у рановому вмісті (OR=2,79, CI (1,35-13,35), $p=0,003$). Додатковими чинниками, пов'язаними зі значуще гіршими результатами використання ПММА-кісткового цементу є: пошкодження типу ІІІ за Gustilo-Anderson ($\tau=-0,27$, $p=0,02$); дефекти типу С2 та С3 відповідно до класифікації дефектів довгих кісток при бойовій травмі кінцівок ($\tau=-0,22$, $p=0,05$) та ($\tau=-0,39$, $p=0,0004$) відповідно); куріння ($\tau=-0,28$, $p=0,01$); гемотрансфузійна терапія ($\tau=-0,58$, $p=0,0000002$); фізичний статус за ASA 3-4 класу ($\tau=-0,26$, $p=0,02$); контамінація ран грамнегативною мікрофлорою ($\tau=-0,48$, $p=0,0002$), зокрема мікроорганізмами родини *Enterobacteriaceae* ($\tau=-0,28$, $p=0,03$), роду *Klebsiella* ($\tau=-0,28$, $p=0,03$).

На підставі значущих предикторів розроблено оригінальний алгоритм вибору оптимального методу остеопластики, валідацію якого здійснено на незалежній вибірці під час проспективного етапу дослідження.

До проспективної групи включено 44 обстежених з вогнепальними переломами трубчастих кісток з дефектами кісткової тканини. Однорідність ретроспективної та проспективної груп підтверджена.

В результаті застосування оригінального алгоритму суттєве покращення клініко-функціональних показників встановлено у більшості обстежених – 72,73 %. Відмінні результати лікування визначено у 14 (31,82 %) поранених, хороші – у 18 (40,91 %), задовільні – у 11 (25,00 %), у 1 (2,27 %) обстеженого результат оцінювали як незадовільний. Середній результат лікування становив $82,00 \pm 10,73$ балів та відповідав хорошим значенням.

При порівнянні результатів лікування пацієнтів проспективної групи, яким вибір методу остеопластики здійснювали з дотриманням алгоритму, зі значеннями хворих ретроспективної групи, яким пластику дефекту виконували згідно загальноприйнятого підходу, встановлено значуще кращі показники за усіма досліджуваними критеріями, зокрема сумарним результатом ($82,00 \pm 10,73$ балів проти $71,85 \pm 14,99$ балів, $p=0,00006$), інтенсивністю больового синдрому ($16,73 \pm 2,63$ балів проти $14,72 \pm 3,29$ балів, $p=0,0008$), показниками функції ($15,91 \pm 3,17$ балів проти $13,81 \pm 3,51$ балів, $p=0,001$), відновлення рухів ($16,18 \pm 3,34$ балів проти $13,94 \pm 4,09$ балів, $p=0,002$), працездатності ($8,50 \pm 1,23$ балів проти $7,63 \pm 1,42$ балів відповідно, $p=0,0007$), рентгенологічними ($12,20 \pm 1,98$ балів проти $10,70 \pm 2,90$ балів, $p=0,004$) та анатомічними ($12,48 \pm 1,82$ балів проти $11,04 \pm 2,76$ балів, $p=0,003$) параметрами.

Подібну тенденцію спостерігали при порівнянні клінічних результатів лікування пацієнтів ретроспективної та проспективної груп з урахуванням запропонованого методу остеопластики.

У пацієнтів проспективної групи, яким за результатами запропонованого алгоритму використовували аутологічні кісткові трансплантати встановлено значуще кращі показники, порівняно з результатами хворих ретроспективної групи за всіма розглянутими критеріями, зокрема сумарним показником ($80,13 \pm 11,01$ балів проти $70,05 \pm 15,33$ балів, $p=0,006$), інтенсивністю больового синдрому ($16,17 \pm 2,55$ балів проти $14,34 \pm 3,09$ балів, $p=0,02$), відновленням функції ($15,48 \pm 3,26$ балів проти $13,45 \pm 3,41$ балів, $p=0,02$), амплітуди рухів ($15,65 \pm 3,39$ балів проти $13,45 \pm 4,15$ балів, при $p=0,03$), працездатності ($8,43 \pm 1,20$ балів проти $7,55 \pm 1,45$ балів, $p=0,01$), рентгенологічними ($12,00 \pm 2,02$ балів проти $10,40 \pm 3,19$ балів, $p=0,04$) та анатомічними ($12,39 \pm 1,88$ балів проти $10,86 \pm 3,07$ балів, $p=0,04$) параметрами.

У пацієнтів проспективної групи, яким рекомендували остеопластику із застосуванням ПММА-кісткового цементу, порівняно з показниками хворих ретроспективної вибірки, встановлено значуще кращі показники за категоріями: «Сумарний результат» ($84,05 \pm 10,29$ балів проти $74,51 \pm 14,24$

балів, $p=0,007$), «Больовий синдром» ($17,33\pm 2,63$ балів проти $15,28\pm 3,54$ балів, $p=0,03$), «Функція» ($16,38\pm 3,07$ балів та $14,36\pm 3,64$ балів, $p=0,045$), «Рухи у суглобі» ($16,76\pm 3,25$ балів проти $14,67\pm 3,93$ балів, $p=0,048$), «Працездатність» ($8,57\pm 1,29$ балів проти $7,74\pm 1,39$ балів, при $p=0,03$), «Рентгенологічні ознаки» ($12,43\pm 1,96$ балів проти $11,15\pm 2,38$ балів, $p=0,048$), «Анатомія» ($12,57\pm 1,80$ балів проти $11,31\pm 2,23$ балів, $p=0,03$).

Отже, розроблений алгоритм є ефективним інструментом персоналізованого вибору методу остеопластики при вогнепальних переломах трубчастих кісток з дефектами кісткової тканини, використання якого дозволяє достовірно покращити клініко-функціональні результати лікування.

Наукова новизна отриманих результатів. У дисертаційній роботі на основі комплексного клініко-статистичного аналізу результатів лікування поранених із вогнепальними переломами трубчастих кісток з дефектами кісткової тканини розроблено та науково обґрунтовано оригінальний алгоритм диференційованого вибору оптимального методу остеопластики, який інтегрує у єдиній прогностичній моделі характеристики ушкодження, системний стан пацієнта та мікробіологічний профіль бойової рани.

Встановлено, що ефективність остеопластики дефектів кісткової тканини при вогнепальних переломах трубчастих кісток визначається комбінацією параметрів, зокрема тяжкістю ушкодження, характеристиками кісткового дефекту, системним станом пацієнта та мікробіологічним профілем рани, які є значущими критеріями вибору методу реконструкції. Вперше ідентифіковано та кількісно ранжовано предиктори віддалених результатів аутоспонгіозної остеопластики та остеопластики з використанням ПММА-кісткового цементу у поранених з вогнепальними переломами трубчастих кісток із дефектами кісткової тканини, визначено диференційовані фактори прогнозу для кожної технології заміщення дефекту.

Вперше запропоновано математично обґрунтований механізм стандартизованого прийняття клінічного рішення на основі розрахунку інтегрального сумарного показника прогнозованої ефективності методу

аутоспонгіозної кісткової пластики та остеопластики з використанням ПММА-кісткового цементу. Застосування оригінального алгоритму дозволяє виконати вибір методу остеопластики на основі результату кількісного прогнозування, дотримуючись принципів сучасної персоніфікованої стратегії, а не традиційного емпіричного рішення згідно універсальних рекомендацій. Використання запропонованого підходу до вибору оптимального методу остеопластики дозволяє мінімізувати суб'єктивність вибору технології реконструкції, прогнозувати віддалені результати та підвищувати ефективність лікування, порівняно із загальноприйнятою тактикою.

Практичне значення. Результати дисертаційної роботи мають суттєве практичне значення для ортопедії та травматології, зокрема лікування поранених із вогнепальними переломами трубчастих кісток з дефектами кісткової тканини. Запропонований підхід до вибору методу остеопластики дозволяє оптимізувати хірургічну тактику шляхом об'єктивної оцінки клінічних, морфологічних, лабораторних і мікробіологічних чинників.

Розроблений алгоритм вибору оптимального методу остеопластики є практично орієнтованим інструментом, що забезпечує стандартизацію прийняття клінічного рішення. Його використання сприяє покращенню клініко-функціональних результатів лікування пацієнтів з бойовою травмою кінцівок шляхом обґрунтованого вибору між аутоспонгіозною остеопластиком та застосуванням ПММА-кісткового цементу з урахуванням індивідуальних особливостей ушкодження.

Результати дослідження можуть бути використані при розробці локальних клінічних протоколів, удосконаленні існуючих стандартів лікування вогнепальних переломів трубчастих кісток з дефектами кісткової тканини, а також при підготовці лікарів ортопедів-травматологів.

Ключові слова: бойова травма, вогнепальні переломи, травма, перелом, кісткова репарація, кісткова аутопластика, морфологія, кісткова тканина, інфекційні ускладнення, персоналізація, поранені, класифікація, рани, лікування.

ABSTRACT

Lytvyniuk O. M. A differentiated approach to the use of osteoplastic materials in gunshot fractures with bone defects. – Qualifying scientific work submitted as a manuscript.

Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy (PhD) in Field 22 “Health Care”, Specialty 222 “Medicine”. – National Pirogov Memorial Medical University, Vinnytsya, Vinnytsya, 2026.

The dissertation addresses an important scientific and practical problem of modern medicine, namely optimization of the surgical treatment of wounded patients with gunshot fractures of long bones complicated by bone defects. In combat trauma, considerable variability in injury patterns, patients’ systemic condition, and the microbiological profile of wounds necessitates an individualized approach to the choice of osteoplasty method.

The aim of the study was to improve treatment outcomes in wounded patients with gunshot fractures and bone defects through differentiated selection of osteoplastic material, taking into account the type of injury, patient-specific risk factors, and the microbiological characteristics of the combat wound.

This was a single-center combined study with a retrospective stage for algorithm development and a prospective stage for its validation. Clinical outcomes in 141 wounded patients with gunshot fractures and bone defects who were treated as inpatients in the trauma department of the Municipal Non-Profit Enterprise “Vinnytsya City Clinical Emergency Hospital” during 2022–2025 were analyzed; the mean age of the patients was 38.03 ± 9.09 years.

At the retrospective stage, the clinical outcomes of autologous cancellous bone grafting and polymethyl methacrylate (PMMA)-based bone cement were characterized, and significant prognostic factors were identified.

Analysis of the clinical outcomes of autologous bone grafting performed in 58 wounded patients confirmed the high effectiveness of this technique. The mean treatment score was 70.05 ± 15.33 points, corresponding to a good outcome. Good

treatment results were recorded in 24 (41.38 %) patients, excellent in 9 (15.52 %), satisfactory in 17 (29.31 %), and unsatisfactory in 8 (13.79 %) patients.

Factors associated with a favorable prognosis for autologous cancellous bone grafting were as follows: Gustilo–Anderson type II open fractures (OR=14.33, CI (2.71–75.68), $p=0.0008$); Gustilo–Anderson type IIIA open fractures (OR=3.86, CI (1.19–12.54), $p=0.02$); bone defects up to 3 cm (OR=2.94, CI (6.14–18.14), $p=0.00004$); bone defects from 3 to 5 cm (OR=37.15, CI (4.26–323.87), $p=0.000001$); B3 defects according to the classification of long-bone defects in combat extremity trauma (OR=7.04, CI (1.36–36.40), $p=0.02$); D3A defects according to the Tetsworth classification (OR=5.53, CI (1.00–30.56), $p=0.03$); age up to 45 years (OR=3.56, CI (1.67–7.57), $p=0.009$); and identification of *Bacillus spp.* in microbiological examination of combat wounds (OR=51.00, CI (3.22–808.36), $p=0.001$). In addition, factors associated with significantly better clinical outcomes included C1 defects according to the classification of long-bone defects in combat extremity trauma ($\tau=+0.24$, $p=0.007$), preoperative Hb ≥ 100 g/L ($\tau=+0.35$, $p=0.00009$), ASA physical status class I–II ($\tau=+0.26$, $p=0.004$), and identification of Gram-positive bacteria in the combat wound ($\tau=+0.32$, $p=0.004$).

Factors associated with an unfavorable clinical prognosis for autologous cancellous bone grafting were as follows: Gustilo–Anderson type IIIB injuries (OR=5.00, CI (1.45–17.24), $p=0.007$); Gustilo–Anderson type IIIC injuries (OR=14.40, CI (1.84–112.63), $p=0.01$); bone defects larger than 5 cm (OR=4.00, CI (1.17–13.72), $p=0.02$); C3 defects according to the classification of long-bone defects in combat extremity trauma (OR=5.05, CI (1.17–21.83), $p=0.02$); D3B defects according to the Tetsworth classification (OR=5.80, CI (1.63–20.63), $p=0.004$); D3C defects according to the Tetsworth classification (OR=343.00, CI (18.01–6533.86), $p\leq 0.00000001$); age over 46 years (OR=10.64, CI (1.81–62.63), $p=0.004$); and identification of infectious pathogens in the combat wound, except for *Bacillus spp.* (OR=2.74, CI (7.83–18.83), $p=0.00008$). Additional factors associated with significantly poorer outcomes included C2 defects according to the classification of long-bone defects in combat extremity trauma ($\tau=-0.18$, $p=0.047$),

smoking ($\tau=-0.18$, $p=0.045$), blood transfusion therapy ($\tau=-0.24$, $p=0.007$), preoperative Hb < 100 g/L ($\tau=-0.35$, $p=0.00009$), ASA physical status class III–IV ($\tau=-0.26$, $p=0.004$), contamination of the wound with Gram-negative bacteria ($\tau=-0.32$, $p=0.004$), especially members of the *Enterobacteriaceae* family ($\tau=-0.26$, $p=0.02$), including *Klebsiella pneumoniae* ($\tau=-0.22$, $p=0.04$), and identification of *ESKAPE* pathogens ($\tau=-0.35$, $p=0.002$).

The mean clinical outcome of osteoplasty using PMMA-based bone cement, performed in 39 patients with gunshot fractures and bone defects, was 74.51 ± 14.24 points, corresponding to a good outcome. Excellent treatment results were observed in 11 (28.20 %) patients, good in 14 (35.90 %), satisfactory in 9 (23.08 %), and unsatisfactory in 5 (12.82 %) patients.

Factors associated with a favorable prognosis for the use of PMMA-based bone cement were C1 defects according to the classification of long-bone defects in combat extremity trauma (OR=5.25, CI (1.12–24.67), $p=0.03$); D3A defects according to the Tetsworth classification (OR=8.00, CI (1.56–40.92), $p=0.006$); and identification of Gram-positive bacteria in combat wounds (OR=7.50, CI (1.15–48.97), $p=0.02$). Additional factors associated with better clinical outcomes included Gustilo–Anderson type II open fractures ($\tau=+0.27$, $p=0.02$), bone defects up to 3 cm ($\tau=+0.31$, $p=0.006$), B3 defects according to the classification of long-bone defects in combat extremity trauma ($\tau=+0.24$, $p=0.03$), gunshot fractures of the humerus ($\tau=+0.31$, $p=0.005$), preoperative Hb ≥ 100 g/L ($\tau=+0.54$, $p=0.000001$), ASA physical status class I–II ($\tau=+0.26$, $p=0.02$), and identification of Gram-positive bacteria in the wound, in particular *Staphylococcus spp.* ($\tau=+0.32$, $p=0.01$) or *Bacillus spp.* ($\tau=+0.31$, $p=0.02$).

Unfavorable predictors for the use of PMMA-based bone cement were Gustilo–Anderson type IIIC injuries (OR=49.50, CI (3.11–787.04), $p=0.002$); bone defects larger than 5 cm (OR=2.79, CI (1.34–13.34), $p=0.001$); C3 defects according to the classification of long-bone defects in combat extremity trauma (OR=11.25, CI (1.32–95.73), $p=0.02$); D3C defects according to the Tetsworth classification (OR=30.00, CI (2.44–368.83), $p=0.002$); gunshot fractures of the femur (OR=7.20,

CI (1.15–45.12), $p=0.03$); preoperative Hb < 100 g/L (OR=18.00, CI (2.72–119.20), $p=0.0008$); and identification of *ESKAPE* pathogens in wound exudate (OR=2.79, CI (1.35–13.35), $p=0.003$). Additional factors associated with significantly poorer outcomes included Gustilo–Anderson type III injuries ($\tau=-0.27$, $p=0.02$), C2 defects ($\tau=-0.22$, $p=0.05$) and C3 defects ($\tau=-0.39$, $p=0.0004$) according to the classification of long-bone defects in combat extremity trauma, smoking ($\tau=-0.28$, $p=0.01$), blood transfusion therapy ($\tau=-0.58$, $p=0.0000002$), ASA physical status class III–IV ($\tau=-0.26$, $p=0.02$), wound contamination with Gram-negative bacteria ($\tau=-0.48$, $p=0.0002$), particularly members of the *Enterobacteriaceae* family ($\tau=-0.28$, $p=0.03$), including *Klebsiella spp.* ($\tau=-0.28$, $p=0.03$).

Based on the identified statistically significant predictors, an original algorithm for selecting the optimal osteoplasty method was developed; its validation was performed on an independent sample during the prospective stage of the study.

The prospective group included 44 patients with gunshot fractures of long bones and bone defects. The mean age of the patients was 35.98 ± 8.82 years. The retrospective and prospective groups were confirmed to be homogeneous with respect to all prognostic criteria included in the algorithm.

As a result of applying the original algorithm for selecting the optimal osteoplasty method, substantial improvement in clinical and functional outcomes was observed in the majority of patients (72.73 %). Excellent treatment results were recorded in 14 (31.82 %) wounded patients, good in 18 (40.91 %), satisfactory in 11 (25.00 %), and unsatisfactory in 1 (2.27 %) patient. The mean treatment score was 82.00 ± 10.73 points, corresponding to a good outcome.

When the treatment outcomes of patients in the prospective group, in whom the osteoplasty method was selected according to the proposed algorithm, were compared with those of patients in the retrospective group, in whom bone defect reconstruction was performed according to the conventional approach, significantly better indicators were found across all assessed criteria, including overall score (82.00 ± 10.73 vs 71.85 ± 14.99 points, $p=0.00006$), pain intensity (16.73 ± 2.63 vs 14.72 ± 3.29 points, $p=0.0008$), function (15.91 ± 3.17 vs 13.81 ± 3.51 points, $p=0.001$),

restoration of range of motion (16.18 ± 3.34 vs 13.94 ± 4.09 points, $p=0.002$), work capacity (8.50 ± 1.23 vs 7.63 ± 1.42 points, $p=0.0007$), radiographic findings (12.20 ± 1.98 vs 10.70 ± 2.90 points, $p=0.004$), and anatomical parameters (12.48 ± 1.82 vs 11.04 ± 2.76 points, $p=0.003$).

A similar trend was observed when comparing the clinical outcomes of treatment in the retrospective and prospective groups with regard to the selected osteoplasty method.

In the prospective group, patients who underwent autologous bone grafting according to the proposed algorithm demonstrated significantly better outcomes than patients in the retrospective group across all analyzed criteria, including overall score (80.13 ± 11.01 vs 70.05 ± 15.33 points, $p=0.006$), pain intensity (16.17 ± 2.55 vs 14.34 ± 3.09 points, $p=0.02$), functional recovery (15.48 ± 3.26 vs 13.45 ± 3.41 points, $p=0.02$), range of motion (15.65 ± 3.39 vs 13.45 ± 4.15 points, $p=0.03$), work capacity (8.43 ± 1.20 vs 7.55 ± 1.45 points, $p=0.01$), radiographic findings (12.00 ± 2.02 vs 10.40 ± 3.19 points, $p=0.04$), and anatomical parameters (12.39 ± 1.88 vs 10.86 ± 3.07 points, $p=0.04$).

The advantages of the proposed algorithm were also demonstrated in patients for whom osteoplasty using PMMA-based bone cement was recommended. In the prospective group, compared with the retrospective sample, significantly better values were observed across all evaluated categories: overall score (84.05 ± 10.29 vs 74.51 ± 14.24 points, $p=0.007$), pain (17.33 ± 2.63 vs 15.28 ± 3.54 points, $p=0.03$), function (16.38 ± 3.07 vs 14.36 ± 3.64 points, $p=0.045$), joint motion (16.76 ± 3.25 vs 14.67 ± 3.93 points, $p=0.048$), work capacity (8.57 ± 1.29 vs 7.74 ± 1.39 points, $p=0.03$), radiographic findings (12.43 ± 1.96 vs 11.15 ± 2.38 points, $p=0.048$), and anatomical parameters (12.57 ± 1.80 vs 11.31 ± 2.23 points, $p=0.03$).

Thus, the developed algorithm is an effective tool for personalized selection of the osteoplasty method in gunshot fractures of long bones with bone defects. Its use makes it possible to significantly improve clinical and functional treatment outcomes.

Scientific novelty of the obtained results. Based on a comprehensive clinical and statistical analysis of treatment outcomes in wounded patients with gunshot fractures of long bones and bone defects, the dissertation developed and scientifically substantiated an original algorithm for differentiated selection of the optimal osteoplasty method, integrating into a single prognostic model the injury characteristics, the patient's systemic condition, and the microbiological profile of the combat wound.

It was established that the effectiveness of osteoplasty for bone defects in gunshot fractures of long bones is determined by a combination of parameters, including injury severity, characteristics of the bone defect, the patient's systemic condition, and the microbiological profile of the wound, which are significant criteria for selecting the reconstruction method. For the first time, predictors of long-term outcomes of autologous cancellous bone grafting and osteoplasty using PMMA-based bone cement in wounded patients with gunshot fractures of long bones and bone defects were identified and quantitatively ranked, and differentiated prognostic factors were determined for each defect reconstruction technology.

For the first time, a mathematically substantiated mechanism of standardized clinical decision-making was proposed based on calculation of an integral summary index of the predicted effectiveness of autologous cancellous bone grafting and osteoplasty using PMMA-based bone cement. Application of the original algorithm makes it possible to select the osteoplasty method on the basis of quantitative prognostic assessment, in accordance with the principles of a modern personalized strategy rather than a traditional empirical decision based on general recommendations. The proposed approach minimizes subjectivity in selecting reconstruction technology, makes it possible to predict long-term outcomes, and improves treatment effectiveness compared with the generally accepted approach.

Practical significance. The results of the dissertation have substantial practical significance for orthopedics and traumatology, in particular for the treatment of wounded patients with gunshot fractures of long bones complicated by bone defects. The proposed approach to selecting an osteoplasty method makes it

possible to optimize surgical tactics through objective assessment of clinical, morphological, laboratory, and microbiological factors.

The developed algorithm for selecting the optimal osteoplasty method is a practice-oriented tool that ensures standardization of clinical decision-making. Its use contributes to improved clinical and functional treatment outcomes in patients with combat extremity trauma through a justified choice between autologous cancellous bone grafting and the use of PMMA-based bone cement, taking into account individual injury characteristics.

The study results may be used in the development of local clinical protocols, in improving existing standards for the treatment of gunshot fractures of long bones with bone defects, and in the training of orthopedic traumatologists.

Keywords: combat trauma, gunshot fractures, trauma, fracture, bone reparation, autologous bone grafting, morphology, bone tissue, infectious complications, personalization, injured patients, classification, wounds, treatment.

Список публікацій здобувача

Список наукових праць, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

1. Фіщенко, В. О., & Литвинюк, О. М. (2025). Клінічна ефективність використання ПММА-цементу в лікуванні вогнепальних переломів з дефектами кісткової тканини. *Клінічна та експериментальна патологія*, 24(3), 30–38. <https://doi.org/10.24061/1727-4338.XXIV.3.93.2025.05> (*Фахове видання України*).
2. Фіщенко, В. О., & Литвинюк, О. М. (2025). Мікробіологічні предиктори клінічної ефективності остеопластики вогнепальних переломів із використанням поліметилметакрилатного кісткового цементу. *Art of Medicine*, 36(4), 58–64. <https://doi.org/10.21802/artm.2025.4.36.58> (*Фахове видання України*).
3. Фіщенко, В. О., & Литвинюк, О. М. (2025). Мікробіологічні фактори прогнозу клінічного результату аутоспонгіозної остеопластики

вогнепальних переломів з дефектами кісткової тканини. *ScienceRise: Medical Science*, 64(3), 40–45. <https://doi.org/10.15587/2519-4798.2025.348416> (*Фахове видання України*).

4. Фіщенко, В. О., & Литвинюк, О. М. (2025). Особливості аутоспонгіозної остеопластики при вогнепальних переломах з дефектами кісткової тканини. *Вісник проблем біології і медицини*, 177(2), 277–288. <https://doi.org/10.29254/2077-4214-2025-2-177-277-288>. (*Фахове видання України*).

Список наукових праць, які додатково відображають наукові результати дисертації:

5. Фіщенко, В. О., Литвинюк, О. М. & Фіщенко О. В. (2025). Особливості використання цементу на основі поліметилметакрилату в системі лікування вогнепальних переломів з дефектами кісткової тканини. *Український медичний часопис*, 170(4), 53–59. <https://doi.org/10.32471/umj.1680-3051.265215>. (*Огляд літератури*).

Список наукових праць, які засвідчують апробацію дисертації:

6. Литвинюк, О. (2025). Клінічні результати аутологічної кісткової трансплантації при вогнепальних переломах з дефектами кісткової тканини. *Матеріали XXIX Конгресу студентів та молодих учених «Майбутнє за наукою»* (9-11 квітня, Тернопіль), Тернопільський національний медичний університет, 420–421. (*Тези*).
7. Литвинюк, О. (2025). Характеристика факторів ризику, пов'язаних з аутоспонгіозною остеопластикою дефектів кісткової тканини при вогнепальних переломах трубчастих кісток. *Матеріали XXIX Конгресу студентів та молодих учених «Майбутнє за наукою»* (9-11 квітня, Тернопіль), Тернопільський національний медичний університет, 421. (*Тези*).
8. Литвинюк, О. М. (2025). Прогнозування клінічних результатів аутоспонгіозної остеопластики при вогнепальних переломах,

враховуючи тип кісткового дефекту за класифікацією Tetsworth. *Матеріали XXII Студентської наукової конференції з міжнародною участю «Перший крок в науку-2025»* (17-18 квітня 2025 р., Вінниця). Вінницький національний медичний університет ім. М. І. Пирогова, 648. *(Тези)*.

9. **Литвинюк, О. М.** (2025). Характеристика клінічних результатів аутологічної кісткової трансплантації при бойових травмах кінцівок з урахуванням типу кісткового дефекту. *Матеріали XXII Студентської наукової конференції з міжнародною участю «Перший крок в науку-2025»* (17-18 квітня 2025 р., Вінниця). Вінницький національний медичний університет ім. М. І. Пирогова, 649. *(Тези)*.

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень, символів, одиниць вимірювання, скорочень.....	22
Вступ.....	22
Розділ 1 СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ЛІКУВАННЯ ВОГНЕПАЛЬНИХ ПЕРЕЛОМІВ ІЗ ДЕФЕКТАМИ КІСТКОВОЇ ТКАНИНИ (аналітичний огляд літератури).....	29
1.1 Клініко-морфологічна характеристика вогнепальних переломів трубчастих кісток із дефектами кісткової тканини в структурі бойової травми кінцівок	29
1.2 Особливості заміщення дефектів кісткової тканини при вогнепальних переломах трубчастих кісток.....	33
1.3 Мікробіологічні та персоніфіковані детермінанти прогнозу клінічного результату лікування пацієнтів з вогнепальними переломами з дефектами кісткової тканини.....	41
Розділ 2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	47
2.1 Дизайн дослідження.....	47
2.2 Характеристика обстежених ретроспективної групи.....	50
2.3 Характеристика обстежених проспективної групи	52
2.4 Характеристика типу пошкодження.....	54
2.5 Характеристика персоніфікованих факторів ризику та чинників, обумовлених лікуванням	60
2.6 Характеристика мікробіологічних характеристик рани.....	62
2.7 Характеристика методик остеопластики дефектів кісткової тканини при вогнепальних переломах довгих трубчастих кісток	63
2.7.1 Методика аутоспонгіозної пластики дефекту кісткової тканини обстежених ретроспективної групи	63

2.7.2	Методика пластики дефекту кісткової тканини при вогнепальних переломах довгих трубчастих кісток з використанням ПММА-цементу	64
2.8	Методика оцінки клінічних результатів лікування	65
2.9	Розробка алгоритму диференційованого вибору оптимального методу остеопластики дефектів після вогнепальних переломів трубчатих кісток	67
2.10	Статистичний метод	69
Розділ 3 РОЛЬ АУТОСПОНГІОЗНОЇ ОСТЕОПЛАСТИКИ В СИСТЕМІ ЛІКУВАННЯ ВОГНЕПАЛЬНИХ ПЕРЕЛОМІВ З ДЕФЕКТАМИ КІСТКОВОЇ ТКАНИНИ.....		70
3.1	Клінічні результати використання аутологічних кісткових трансплантатів в лікуванні пацієнтів з вогнепальними переломами з дефектами кісткової тканини	70
3.2	Характеристика клінічних результатів вільної аутоспонгіозної остеопластики вогнепальних переломів з дефектами кісткової тканини, враховуючи видовий спектр збудників інфекційних ускладнень.....	89
3.3	Прогнозування клінічного результату вільної аутоспонгіозної остеопластики вогнепальних переломів з дефектами кісткової тканини	95
Розділ 4 КЛІНІЧНІ РЕЗУЛЬТАТИ ВИКОРИСТАННЯ ПММА-КІСТКОВОГО ЦЕМЕНТУ В ЛІКУВАННІ ВОГНЕПАЛЬНИХ ПЕРЕЛОМІВ З ДЕФЕКТАМИ КІСТКОВОЇ ТКАНИНИ		107
4.1	Характеристика віддалених клінічних результатів використання ПММА-кісткового цементу в лікуванні пацієнтів з вогнепальними переломами з дефектами кісткової тканини.....	107
4.2	Клінічні результати використання ПММА-кісткового цементу при остеопластиці вогнепальних переломів з дефектами кісткової	

тканини, враховуючи особливості стану мікробіоценозу бойових ран	126
4.3 Фактори прогнозу клінічного результату використання ПММА-кісткового цементу при остеопластиці вогнепальних переломів з дефектами кісткової тканини	132
Розділ 5 АЛГОРИТМ ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНОГО МЕТОДУ ОСТЕОПЛАСТИКИ ДЕФЕКТІВ КІСТКОВОЇ ТКАНИНИ ПРИ ВОГНЕПАЛЬНИХ ПЕРЕЛОМАХ.....	142
5.1 Розробка оригінального алгоритму вибору оптимального методу остеопластики дефектів кісткової тканини у пацієнтів з вогнепальними переломами трубчастих кісток	142
5.2 Характеристика результатів застосування оригінального алгоритму вибору оптимального методу остеопластики дефектів кісткової тканини у пацієнтів з вогнепальними переломами трубчастих кісток	153
5.3 Порівняльний аналіз результатів остеопластики пацієнтів ретроспективної та проспективної груп.....	169
АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ.....	176
ВИСНОВКИ.....	194
ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	196
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	197
ДОДАТОК А	217
ДОДАТОК Б	221
ДОДАТОК В	225

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ
ВИМІРЮВАННЯ, СКОРОЧЕНЬ**

ІМТ – індекс маси тіла;

МК – мінералізований колаген;

ПММА – поліметилметакрилат;

ASA – Американська асоціація анестезіологів;

ВМР – кісткові морфогенетичні білки;

СІ – довірчий інтервал;

GO – оксид графену;

Нв – гемоглобіну;

OR – відношення шансів;

ВСТУП

Обґрунтування вибору теми дослідження. Унаслідок повномасштабної війни в Україні кількість вогнепальних травм та тяжких ушкоджень опорно-рухового апарату суттєво зросла. Особливістю сучасних бойових дій є застосування високоенергетичної зброї з множинними факторами ураження, зокрема вибуховою хвилею, термічним впливом, кульовою та уламковою дією, а також вторинними травмуючими елементами [3, 9, 10, 12]. Сучасна зброя і тактика ведення війни зумовлюють не лише тяжкі анатомічні дефекти, а й значні психоемоційні порушення [9, 12].

Характерними особливостями вогнепальних переломів є надзвичайно складний та тривалий період лікування та подальшої реабілітації. Важкість подібних ушкоджень зумовлена комплексом патоморфологічних і біологічних чинників, зокрема наявністю переломів багатоуламкового та роздробленого характеру з дефектами кісткової тканини, масивної деструкції м'яких тканин, високого рівня мікробної контамінації, сторонніх тіл і вторинних осколків, а також порушень регіонарної мікроциркуляції [2, 10, 15, 16, 32].

Однією з ключових особливостей бойової травми є висока частота дефектів кісткової тканини, які реєструють у 76-80 % поранених [22, 31]. Первинні дефекти, зумовлені безпосередньою дією високоенергетичного снаряду, спостерігають у 79,3 % поранених, у тому числі, у 48,7 % фіксують дефекти діяфізу довжиною більше 3 см, у 30,6 % – більше 5 см [14, 16]. За даними сучасних оглядів, вторинні дефекти, сформовані внаслідок надмірної радикалізації хірургічних обробок, повторних резекцій девіталізованих тканин або інфекційних ускладнень, становлять близько 7 % випадків [14]. Втрата значних об'ємів кісткової тканини призводить до утворення дефектів критичних розмірів, нездатних до самостійної остеорепарації, та асоційована з істотно вищим ризиком незрощення, хронічного остеомієліту, суттєвими порушеннями функціональної спроможності кінцівки [2, 3, 14, 16].

Поєднання кісткових дефектів із масивною деструкцією м'яких тканин, пошкодженнями нейроваскулярних структур і високим рівнем мікробної контамінації значно підвищує ризик інфекційних ускладнень [12, 15, 29]. Частота інфекцій після вогнепальних переломів на етапі надання допомоги на полі бою сягає 27-34 %, у спеціалізованих стаціонарах – 35-50 % [12, 15, 30]. Слід відмітити, що рівень летальності у пізні терміни після травми, внаслідок інфекційних ускладнень, за окремими повідомленнями може сягати 80 % [15]. Високий рівень ускладнень пов'язують із первинною мікробною контамінацією, наявністю зон первинного й вторинного некрозу, а також несвоєчасністю медичної евакуації [12, 15, 31].

Кісткова тканина є унікальною біологічною структурою з високим регенераторним потенціалом, однак за наявності великих дефектів для ініціації репаративного остеогенезу необхідним є застосування остеопластичних матеріалів [95, 104, 58]. Остеопластичні матеріали за походженням поділяють на біологічні (ауто-, ало- та ксенотрансплантати, біологічно активні молекули з властивостями факторів росту) та синтетичні, зокрема створені на основі β -трикальційфосфату, гідроксиапатиту та композитних матеріалів [31, 58, 95, 104]. Незважаючи на впровадження сучасних реконструктивних алгоритмів і біоматеріалів нового покоління, частота ускладнень і незадовільних анатомо-функціональних результатів при лікуванні вогнепальних переломів із дефектами кісткової тканини залишається високою [2, 49, 64, 86].

Відсутність уніфікованих науково обґрунтованих підходів до вибору остеопластичного матеріалу з урахуванням типу ушкодження, анатомічної локалізації дефекту та його розмірів зумовлює необхідність подальшої систематизації уже відомих даних та розробки нових персоніфікованих стратегій лікування поранених із вогнепальними переломами з дефектами кісткової тканини.

Мета дослідження – покращити результати лікування поранених з вогнепальними переломами з дефектами кісткової тканини шляхом

диференційованого вибору остеопластичного матеріалу з урахуванням типу пошкодження, персоніфікованих факторів ризику пацієнтів та мікробіологічних характеристик бойової рани.

Завдання дослідження:

1. Охарактеризувати віддалені результати застосування аутоспонгіозної остеопластики у пацієнтів з вогнепальними переломами трубчастих кісток з дефектами кісткової тканини з урахуванням типу пошкодження, персоніфікованих факторів ризику хворих та мікробіологічного профілю бойової рани;
2. Оцінити клініко-функціональні результати остеопластики з використанням кісткового цементу на основі поліметилметакрилату у пацієнтів з вогнепальними переломах трубчастих кісток з дефектами кісткової тканини та проаналізувати вплив характеристик ушкодження, системного стану пацієнтів та мікробіологічного профілю бойових ран на ефективність методики.
3. Розробити оригінальний алгоритм диференційованого вибору оптимального методу остеопластики дефектів кісткової тканини при вогнепальних переломах трубчастих кісток на основі кількісної оцінки прогностичних чинників;
4. Визначити клінічну ефективність застосування розробленого алгоритму вибору оптимального методу остеопластики шляхом порівняльного аналізу з результатами застосування загальноприйнятого підходу.

Об'єкт дослідження: вогнепальні переломи довгих трубчастих кісток із дефектами кісткової тканини.

Предмет дослідження: віддалені клініко-функціональні результати застосування аутоспонгіозної остеопластики та остеопластики з використанням ПММА-кісткового цементу у поранених із вогнепальними переломами довгих трубчастих кісток із дефектами кісткової тканини; фактори прогнозу ефективності остеопластики кісткових дефектів після вогнепальних переломів довгих трубчастих кісток; алгоритм

диференційованого вибору оптимального методу остеопластики дефектів кісткової тканини при вогнепальних переломах трубчастих кісток та клінічна ефективність його застосування.

Методи дослідження: клінічний – обстеження поранених з вогнепальними переломами з дефектами кісткової тканини; рентгенологічний – для класифікації типу перелому; мікробіологічний – для ідентифікації мікроорганізмів зони ураження, а також визначення їх антибіотикочутливості; статистичний – для оцінки отриманих результатів дослідження.

Наукова новизна отриманих результатів. У дисертаційній роботі на основі комплексного клініко-статистичного аналізу результатів лікування поранених із вогнепальними переломами трубчастих кісток з дефектами кісткової тканини розроблено та науково обґрунтовано оригінальний алгоритм диференційованого вибору оптимального методу остеопластики, який інтегрує у єдиній прогностичній моделі характеристики ушкодження, системний стан пацієнта та мікробіологічний профіль бойової рани.

Встановлено, що ефективність остеопластики дефектів кісткової тканини при вогнепальних переломах трубчастих кісток визначається комбінацією параметрів, зокрема тяжкістю ушкодження, характеристиками кісткового дефекту, системним станом пацієнта та мікробіологічним профілем рани, які є значущими критеріями вибору методу реконструкції. Вперше ідентифіковано та кількісно ранжовано предиктори віддалених результатів аутоспонгіозної остеопластики та остеопластики з використанням ПММА-кісткового цементу у поранених з вогнепальними переломами трубчастих кісток із дефектами кісткової тканини, визначено диференційовані фактори прогнозу для кожної технології заміщення дефекту.

Вперше запропоновано математично обґрунтований механізм стандартизованого прийняття клінічного рішення на основі розрахунку інтегрального сумарного показника прогнозованої ефективності методу аутоспонгіозної кісткової пластики та остеопластики з використанням ПММА-кісткового цементу. Застосування оригінального алгоритму дозволяє

виконати вибір методу остеопластики на основі результату кількісного прогнозування, дотримуючись принципів сучасної персоніфікованої стратегії, а не традиційного емпіричного рішення згідно універсальних рекомендацій. Використання запропонованого підходу до вибору оптимального методу остеопластики дозволяє мінімізувати суб'єктивність вибору технології реконструкції, прогнозувати віддалені результати та підвищувати ефективність лікування, порівняно із загальноприйнятою тактикою.

Особистий внесок здобувача. Дисертація є самостійною завершеною науковою працею. Дослідником самостійно визначено наукову проблему, сформульовано мету, завдання, визначено об'єкт і предмет дослідження, обґрунтовано актуальність теми та розроблено загальну концепцію та дизайн дисертаційного дослідження. Здобувач безпосередньо брав участь в обстеженні та хірургічному лікуванні пацієнтів сформованої вибірки, а також оцінці клініко-функціональних результатів лікування у віддаленому післяопераційному періоді. Дисертантом самостійно проведено ретроспективний аналіз результатів застосування аутоспонгіозної остеопластики та остеопластики з використанням ПММА-кісткового цементу у поранених із вогнепальними переломами трубчастих кісток із дефектами кісткової тканини, визначено спектр клінічних, морфологічних, лабораторних та мікробіологічних показників, що впливають на ефективність лікування. Автором особисто здійснено статистичну обробку отриманих даних, виконано ідентифікацію, кількісну оцінку та ранжування значущих факторів прогнозу віддалених результатів остеопластики. На підставі отриманих результатів здобувачем розроблено математично обґрунтований алгоритм диференційованого вибору оптимального методу остеопластики дефектів кісткової тканини при вогнепальних переломах трубчастих кісток. Дослідником проведено валідацію розробленого алгоритму на проспективній вибірці пацієнтів, а також порівняльний аналіз результатів лікування з використанням запропонованого підходу та загальноприйнятої тактики. Автор приймав участь в аналізі результатів бактеріологічних досліджень бойових

ран, інтерпретації даних щодо видового складу мікроорганізмів та їх ролі у формуванні інфекційних ускладнень і прогнозу остеопластики. Представлені в роботі бактеріологічні дослідження ран проводились в клініко-діагностичній лабораторії КНП «Вінницька міська клінічна лікарня швидкої медичної допомоги» (завідувач відділенням – Палянига О. Х.). Автором виконано узагальнення результатів дослідження, сформульовано наукові положення, висновки та практичні рекомендації, підготовлено текст дисертації, а також наукові публікації за темою роботи. У наукових працях, опублікованих у співавторстві, здобувачеві належить визначальна роль, яка полягає у формуванні ідеї дослідження, зборі й аналізі матеріалу, статистичній обробці результатів та підготовці рукописів до друку.

Апробація матеріалів дисертації. Основні наукові положення та результати дисертаційного дослідження представлено на *XXIX Конгресі студентів та молодих учених «Майбутнє за наукою»* (9-11 квітня 2025 р., Тернопіль); *XXII Студентській науковій конференції з міжнародною участю «Перший крок в науку-2025»* (17-18 квітня 2025 р., Вінниця); *Науковій конференції молодих вчених, присвяченій Дню Науки* (19 травня 2025 р., Вінниця); *Конгресі Травми Ukraine 2025* (16-17 жовтня 2025 р., Київ).

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна праця обсягом 231 сторінки, викладена українською мовою. Дисертація містить анотацію, перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень та термінів, зміст, вступ, аналітичний огляд літератури, характеристику матеріалів та методів дослідження, три розділи власних досліджень, аналіз та обговорення отриманих результатів, 4 висновки, 5 практичних рекомендації, список використаної літератури (138 джерел, з яких 32 наведені кирилицею та 106 – латиницею), а також 3 додатки. Дисертація ілюстрована 31 рисунком та включає 61 таблицю. Список літератури оформлено відповідно до вимог APA style [36].

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана відповідно до плану науково-дослідних робіт

Вінницького національного медичного університету ім. М. І. Пирогова та є фрагментом теми науково-дослідної роботи кафедри травматології: «Удосконалення методів діагностики, лікування та реабілітації пацієнтів з травмами та захворюваннями опорно-рухового апарату», державний реєстраційний номер 0123U102765.

Практичне значення отриманих результатів. Результати дисертаційної роботи мають суттєве практичне значення для ортопедії та травматології, зокрема лікування поранених із вогнепальними переломами трубчастих кісток з дефектами кісткової тканини. Запропонований підхід до вибору методу остеопластики дозволяє оптимізувати хірургічну тактику шляхом об'єктивної оцінки клінічних, морфологічних, лабораторних і мікробіологічних чинників.

Розроблений алгоритм вибору оптимального методу остеопластики є практично орієнтованим інструментом, що забезпечує стандартизацію прийняття клінічного рішення. Його використання сприяє покращенню клініко-функціональних результатів лікування пацієнтів з бойовою травмою кінцівок шляхом обґрунтованого вибору між аутоспонгіозною остеопластикою та застосуванням ПММА-кісткового цементу з урахуванням індивідуальних особливостей ушкодження.

Результати дослідження можуть бути використані при розробці локальних клінічних протоколів, удосконаленні існуючих стандартів лікування вогнепальних переломів трубчастих кісток з дефектами кісткової тканини, а також при підготовці лікарів ортопедів-травматологів.

Основні наукові положення та результати дисертаційного дослідження впроваджено в освітній та навчально-методичний процес кафедри травматології та ортопедії, кафедри фізичної та реабілітаційної медицини Вінницького національного медичного університету ім. М. І. Пирогова, а також в практичну діяльність травматологічного пункту й травматологічного відділення КНП «Вінницька міська клінічна лікарня швидкої медичної допомоги».

РОЗДІЛ 1
СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ЛІКУВАННЯ ВОГНЕПАЛЬНИХ
ПЕРЕЛОМІВ ІЗ ДЕФЕКТАМИ КІСТКОВОЇ ТКАНИНИ
(аналітичний огляд літератури)

1.1 Клініко-морфологічна характеристика вогнепальних переломів трубчастих кісток із дефектами кісткової тканини в структурі бойової травми кінцівок

Вогнепальні переломи трубчастих кісток із дефектами кісткової тканини належать до найтяжчих форм бойової травми опорно-рухового апарату та є однією з найбільш складних клінічних проблем сучасної ортопедії та травматології. Вказана проблема набуває особливої актуальності у зв'язку з активними бойовими діями, що відбуваються на території України. В умовах тривалих збройних конфліктів характер травми суттєво відрізняється від мирного часу як за механізмом, так і за наслідками пошкодження. Протягом останніх років спостерігають суттєве зростання частоти тяжкої бойової травми, зокрема вогнепальних переломів трубчастих кісток з дефектами кісткової тканини, що створює додаткове навантаження на систему охорони здоров'я й обумовлює необхідність удосконалення існуючих підходів до хірургічного лікування та реабілітації поранених [2, 3, 12]. Специфіка зазначених ушкоджень обумовлена значною варіабельністю механізмів травми, які найчастіше пов'язані з дією високої кінетичної енергії та супроводжуються вираженим руйнуванням кісткових і м'якотканинних структур, нерідко з пошкодженням судинно-нервових елементів [3, 7, 9, 10, 12, 15, 16, 23, 29, 32, 64]. Важливо підкреслити істотну відмінність вогнепальних переломів трубчастих кісток від переломів невогнепального генезу не лише за механізмом травми, але й за біомеханічними та біологічними передумовами остеорепаративних процесів [15, 21, 31, 32, 64]. Для вогнепальних поранень кінцівок характерними є порушення мікроциркуляції в зоні ушкодження,

масштабна зона тканинного некрозу, виражена запальна системна та місцева реакції, наявність сторонніх тіл та вторинних кісткових уламків [10, 12]. Окрім того, вогнепальні переломи супроводжуються значним мікробним забрудненням рани, а також високою частотою як ранніх, так і пізніх ускладнень, включаючи інфекційні процеси, уповільнене зрощення або незрощення переломів, формування посттравматичних деформацій [3, 12, 14, 16, 22, 23, 32, 64, 86]. У сукупності зазначені чинники істотно ускладнюють процеси регенерації кісткової тканини та обумовлюють необхідність застосування спеціалізованих, багатоступневих хірургічних стратегій відновлення [31, 32, 86].

Характерною рисою сучасних бойових дій є комплексний характер ураження, пов'язаний із застосуванням різних видів озброєння, що поєднують множинні травмуючі фактори, зокрема вогнепальну дію, вибухові пристрої, термічний вплив полум'я та ударну хвилю [2, 9, 10, 12]. Сучасні зразки озброєння та тактика ведення війни зумовлюють формування надзвичайно тяжких ушкоджень, які охоплюють не лише фізичні травми опорно-рухового апарату та внутрішніх органів, але й пов'язані з істотним психотравмуючим впливом, що може проявлятися розвитком гострих стресових реакцій та посттравматичних психічних розладів у поранених [2, 3, 9, 12, 23].

За даними сучасних оглядів, у структурі бойових ушкоджень кінцівок частка вогнепальних переломів сягає 50-80 % [2, 3, 12, 22]. Кісткові дефекти різної величини фіксують більше, ніж у двох третин поранених [22, 31]. Згідно даних літератури, первинні дефекти кісткової тканини, внаслідок високоенергетичної травми, реєструють у 79,3-80,0 % випадків вогнепальних ушкоджень, зокрема у 48,7 % діагностують дефекти діафіза розміром до 3 см, у 30,6 % – розмір дефектів кісткової тканини перевищує 3 см [14, 16].

Формування дефекту кісткової тканини при бойовій травмі має мультифакторний характер [3, 34, 101]. Перші кілька хвилин і годин після вогнепального поранення є визначальними для подальшого перебігу подій на клітинному та тканинному рівнях: висока енергія кульового або осколкового

ураження створює широку зону мікроскопічного й макроскопічного ушкодження [4, 8, 10, 23]. Первинна втрата кісткової тканини на фоні багатоуламкового чи роздробленого перелому виникає внаслідок прямої дії високоенергетичного снаряда або уламків [12, 22]. Одночасно формується широка зона вторинного ушкодження, відома як «зона молекулярного струсу», яка включає пошкодження кісткової тканини, окістя, м'язів, судинних структур та нерідко периферичних нервів [8, 10, 12, 23]. У межах цієї зони кісткова і м'які тканини виглядають інтактними, але мають критично знижений життєздатний потенціал та високий ризик подальшої некротизації [23]. Слід відмітити, що високу частоту дефектів кісткової тканини пояснюють не лише прямим механічним ушкодженням, а й вторинними факторами. У клінічній практиці вторинна втрата кісткової тканини часто виникає внаслідок радикальних хірургічних обробок зони ураження, видалення девіталізованих кісткових фрагментів разом із окістям, а також повторних резекцій при інфекційних ускладненнях [14, 22]. Подібні втручання можуть призводити до формування критичних кісткових дефектів, пов'язаних з порушеннями механічної стабільності сегмента, зниженням локального біологічного відновного потенціалу та як наслідок високою частотою незадовільних клінічних результатів лікування [5, 15].

Діагностично важливо диференціювати перелом і кістковий дефект, оскільки наявність останнього пов'язана з гіршим клінічним прогнозом та необхідністю застосування спеціальних реконструктивних стратегій [6, 87]. Згідно сучасних поглядів, крім визначення лінійного розміру дефекту, необхідний аналіз конфігурації країв кісткових фрагментів, життєздатності м'яких тканин, стану нейроваскулярних структур та ступеня забруднення рани: всі зазначені чинники є значущими предикторами результату та визначальними факторами при виборі тактики лікування [5, 92]. Клінічно дефекти кісткової тканини після вогнепальних переломів характеризуються нерівними, фрагментованими краями, циркулярною втратою кортикального шару та порушенням безперервності кістки на значній протяжності. З точки

зору прогнозу та ускладнень, саме наявність дефекту кісткової тканини асоційована з вищим ризиком розвитку незрошення та посттравматичної інфекції, що значно ускладнює подальше лікування і реабілітацію пацієнтів [40].

Поняття «критичний кістковий дефект» у сучасній літературі визначають як втрату кісткової тканини, при якій обсяг пошкодження перевищує критичну величину, що здатна відновитися самостійно, без застосування реконструктивних методик, навіть за умов адекватної стабілізації [3, 5, 49]. Такий дефект може включати повну циркулярну втрату ділянки кістки з порушенням її опорної та біологічної функції, що істотно ускладнює процес загоєння перелому та пов'язано з формуванням неспроможних країв, асептичних або інфікованих ускладнень [49]. У клінічному аспекті наявність подібних дефектів асоційована зі значуще вищим ризиком незрошення, формування хибних суглобів та потребою у виконанні багатоетапних реконструктивних втручань [2, 6]. Згідно даних систематичних оглядів частота інфекційних ускладнень після бойових переломів перевищує 30-40 %, а у випадках великих дефектів та тяжкого ушкодження м'яких тканин може сягати 50 % і більше [12, 15, 30, 68, 122]. Наявність інфекційних ускладнень, пов'язана з більш тривалим періодом лікування, вищим ризиком формування хронічного остеомієліту та розладів остеорегенераторних процесів [7, 12].

Важливою особливістю вогнепальних переломів із дефектами кісткової тканини є значна гетерогенність їх морфологічних форм [4, 21]. Навіть при однаковій довжині втрати кістки прогноз суттєво відрізняється залежно від того, чи збережені опорні кортикальні фрагменти, чи має місце повна сегментарна втрата, не меш важливими факторами є стан м'яких тканин і судинного русла [23]. Саме тому сучасні класифікації дефектів довгих кісток при бойовій травмі включають оцінку не лише їх розміру, але й дозволяють враховувати тип дефекту, наявність укорочення сегмента та стан навколишніх тканин [5, 21, 49].

Таким чином, вогнепальні переломи трубчастих кісток із дефектами кісткової тканини слід розглядати як комплексний патологічний стан, що поєднує тяжку високоенергетичну деструкцію кістки й м'яких тканин, суттєве порушення локальних і системних біологічних механізмів регенерації на фоні високого ризику інфекційних ускладнень. Наявність масивних дефектів кісткової тканини при вогнепальних переломах довгих трубчастих кісток істотно ускладнює відновлення анатомічної цілісності сегмента та функціональної спроможності кінцівки. Лікування зазначеного типу травм має бути спрямоване не лише на досягнення стабільної фіксації уламків, а й на раціональне та своєчасне заміщення втрачених ділянок кістки із застосуванням біологічно обґрунтованих та технічно виправданих реконструктивних методик.

1.2. Особливості заміщення дефектів кісткової тканини при вогнепальних переломах трубчастих кісток

Заміщення дефектів кісткової тканини після вогнепальних переломів трубчастих кісток залишається одним з найбільш складних завдань реконструктивної ортопедії. Втрата значного об'єму кісткової тканини, масивне ураження м'яких тканин, порушення регіонарної мікроциркуляції та високий рівень бактеріальної контамінації зумовлюють необхідність застосування спеціалізованих методів лікування, спрямованих не лише на відновлення механічної цілісності сегмента, а й на формування сприятливого біологічного середовища для остеорегенерації.

Традиційним «золотим стандартом» у лікуванні кісткових дефектів вважають аутологічну губчасту кісткову пластику, найчастіше з використанням трансплантата з клубової кістки [5, 95, 103, 127, 129]. Ефективність підходу пов'язують із поєднанням остеокондуктивних, остеоіндуктивних і остеогенних властивостей аутологічної кістки, високою біосумісністю та відсутністю імунної відповіді [4, 5, 13, 78, 129, 132]. Водночас

згідно результатів клінічних досліджень доведено чітку залежність результатів аутоспонгіозної остеопластики від розмірів і типу первинного дефекту [31, 78]. Можливості аутоспонгіозної пластики при дефектах понад 4-5 см обмежені дефіцитом донорського матеріалу, високою частотою ускладнень донорської ділянки та низьку ефективність у середовищі, обтяженому інфекцією [5, 13, 31, 95, 103, 104, 129, 132].

З огляду на вище зазначені обмеження дедалі більшого значення набувають багатоетапні реконструктивні підходи, зокрема двоетапна методика індукованої мембрани за Masquelet [4, 5, 31, 88, 123]. На першому етапі методики дефект заповнюють цементним спейсером з поліметилметакрилату (ПММА) для формування васкуляризованої індукованої мембрани, а на другому, після санації інфекції та стабілізації стану тканин, виконують імплантацію кісткового трансплантата у порожнину дефекту [88]. Згідно даних систематичних оглядів останніх років, застосування техніки Masquelet дозволяє досягати консолідації переломів у 80-90 % пацієнтів з великими сегментарними дефектами кісткової тканини після бойової травми [3, 4, 5]. Водночас ряд авторів підкреслюють, що ефективність методу суттєво знижується в умовах активної інфекції та недостатнього контролю мікробіологічного профілю рани [4, 66, 112].

Альтернативною біологічно ефективною технологією є дистракційний остеогенез (bone transport), основа якої полягає у створенні регенерату шляхом поступового переміщення кісткового фрагмента в зону дефекту. Застосування методики дозволяє відновлювати кісткову тканину за рахунок власних регенераторних механізмів організму без необхідності масивної трансплантації [4, 33, 123]. Разом із тим цей метод пов'язаний із тривалими термінами лікування, високою частотою ускладнень, зокрема розвитком контрактур суглобів та м'язів, сповільнення зрощення, осьових деформацій, інфекцій в області стержнів та низькою комплаєнтністю пацієнтів, що суттєво обмежує його використання у випадках множинних бойових ушкоджень [3, 6].

У випадках, коли дефекти супроводжуються тяжким ушкодженням м'яких тканин і порушенням кровопостачання застосовують васкуляризовані кісткові трансплантати, найчастіше вільні трансплантати малогомілкової кістки [6]. Використання васкуляризованих кісткових трансплантатів забезпечує не лише механічне заповнення дефекту, а й активне кровопостачання зони реконструкції, що істотно підвищує ймовірність його приживлення [6, 48]. Разом із тим, недоліками подібного типу втручань є потреба у високотехнологічному мікрохірургічному забезпеченні, високі ризики тромбозу судинних анастомозів і значна травматичність операції [108]. Найбільш частими ускладненнями зазначеного методу визначають незрощення, сповільнення консолидації, інфекції, як поверхневі так і глибокі, тромбоз судин з наступним формуванням некрозу клаптя. Окрім того, вагому частку становлять ускладнення з місця забору трансплантата, серед яких найбільш частими розглядають контрактуру I пальця стопи, вальгусну деформацію гомілки, парестезії, падіння стопи, хронічний біль та некроз шкіри [6, 77].

Протягом останніх років паралельно із хірургічними реконструктивними методиками спостерігають інтенсивний розвиток у сфері синтетичних і композитних матеріалів для заміщення кісткових дефектів, що відображає загальну тенденцію до поєднання механічної надійності імплантаційних рішень із біологічною активністю та антимикробним захистом. Вимоги до таких матеріалів включають біосумісність, відсутність цитотоксичності щодо остеогенних та імунних клітин, наявність остеоіндуктивного або принаймні остеокондуктивного потенціалу [132]; також наголошують на необхідності мінімізації фіброзоутворення та надмірної експресії прозапальних цитокінів [113, 126].

Ідеальний кістковий цемент концептуально розглядають як нетоксичний пластичний каркас, що забезпечує стабільність і підтримує ріст нової тканини [69]. Контрольована деградація з поступовим заміщенням новоутвореною кісткою є суттєвою перевагою, хоча баланс між швидкістю розкладання

матриці та темпами остеогенезу залишається невирішеною проблемою [39, 83, 103].

Найбільш поширеним синтетичним матеріалом для відновлення кісткових дефектів вважають цемент на основі ПММА, у тому числі, композити модифіковані антибактеріальними та/або біоактивними компонентами [58, 69, 113, 127].

ПММА (акрилове органічне скло, плексиглас) є твердим термопластичним полімером із високою хімічною та ультрафіолетовою стійкістю [58, 65, 132]. Його широке застосування в медицині зумовлене поєднанням унікальних властивостей, зокрема біосумісності, біоінертності, високої біомеханічної міцності та довговічності [56, 65, 132]. Додатковими практичними перевагами вважають відносно низьку вартість, технологічну простоту та легку ініціацію процесу полімеризації [1, 47, 102]. На молекулярному рівні ПММА утворюється внаслідок радикальної полімеризації мономера метилового ефіру метакрилової кислоти [1, 102, 132]. Фізико-хімічні характеристики полімеру забезпечують його стабільність при тривалій імплантації: матеріал має термопластичні властивості, широкий робочий температурний діапазон і високу механічну стійкість до стиску та розтягування [1, 43, 63, 79, 102]. Зокрема, описують його значну міцність на стиск (85-110 МПа) та на розрив (30-50 МПа), модуль Юнга 2,4-3,3 ГПа, щільність близько 1,20 г/см³ та низьке водопоглинання [63]. Важливою властивістю є слабка деградація у водному середовищі, що й визначає придатність ПММА для довготривалих імплантацій [1, 43, 79, 102].

У ортопедії ПММА найчастіше застосовують саме як кістковий цемент [45, 69]. Його готують інтраопераційно шляхом змішування рідкої та твердої фаз. Рідка фаза включає мономер метилметакрилату і прискорювач (N,N-диметил-п-толуїдин), а також стабілізатор (частіше гідрохінон) для попередження передчасного затвердіння під час зберігання. Тверда фаза містить частинки ПММА, які формують матрицю, та бензоїл пероксид як ініціатор полімеризації при змішуванні компонентів [45, 102, 115]. До складу

додають рентгеноконтрастні домішки (діоксид цирконію, сульфат барію, тантал, вольфрам) для підвищення візуального контролю розподілу цементу та оцінки його цілісності після імплантації [45, 102]. У процесі приготування цемент набуває пастоподібної консистенції та може використовуватися як утрамбувальний матеріал для заповнення дефектів, а також для формування стабільного цементного шару на межі «металоконструкція-кісткова тканина». Полімеризація метилметакрилату є швидкою екзотермічною реакцією, яка зазвичай триває 6-15 хвилин, а механічна фіксація між цементом і кісткою забезпечує первинну стабільність конструкції [39, 63, 69, 125].

Застосування цементу на основі ПММА дозволяє заповнити будь-яку конфігурацію кісткового дефекту, забезпечити достатню первинну механічну стабільність для підтримки фізіологічних навантажень сегмента [103, 132]. ПММА-цемент може бути введений ін'єкційним шляхом або у вигляді цементного спейсера для локальної доставки антибіотиків, що критично важливо при лікуванні інфікованих дефектів. Завдяки цьому антибіотик-насичені ПММА-спейсери виконують подвійну функцію: підтримують тимчасову механічну опору та створюють високі локальні концентрації антимікробних препаратів у зоні ураження [85, 91]. За даними клінічних оглядів, підтверджено їх ефективність у лікуванні хронічного остеомієліту та інфікованих кісткових дефектів з високими показниками ерадикації інфекції та стабілізації сегмента, а також зі зниженням частоти рецидивів і формування більш сприятливих передумов для наступних етапів кісткової пластики [46, 68, 131].

Попри численні переваги, ПММА є біоінертним матеріалом, який не має остеоіндуктивних властивостей, не підлягає біодеградації та може сприяти формуванню фіброзної мембрани на межі «кістка-цемент» [81, 102, 132]. Додатковим обмежувальним чинником є екзотермічний характер реакції полімеризації, що пов'язують з вищим ризиком термічного ушкодження тканин у зоні імплантації [113, 127]. Додатково відзначають потенційний системний ризик синдрому імплантації кісткового цементу з проявами

гіпотензії, гіпоксії та аритмій, а також можливий токсичний вплив залишкового мономеру метилметакрилату й емболічних компонентів [35, 39, 97, 105, 113, 132]. На локальному рівні біоінертність ПММА обмежує остеointegraцію: формування прошарку сполучної тканини на межі «кістка–цемент» може призводити до мікрорухів, остеолізу, асептичного ослаблення й міграції цементу [56, 98, 102]. Важливим патогенетичним чинником розглядають і термічний ефект полімеризації: пікова температура у центрі цементної маси може сягати 124 °С, тоді як некроз кісткової тканини можливий при впливі температури понад 50 °С протягом 1 хвилини [56, 69, 81, 102, 132]. Окремо описують механічний дисбаланс між модулем пружності ПММА (1700-3700 МПа) та губчастої кістки (10-900 МПа), що здатен спричинювати концентрацію напружень у менш жорстких ділянках і потенційно погіршувати остеорепаративні процеси, а також зумовлювати крихкість полімеру та ризик екструзії цементу залежно від анатомічної локалізації дефекту [63, 69].

Ключовим напрямом розвитку синтетичних матеріалів є створення ПММА-композитів, здатних поєднувати механічну надійність із кращою біологічною інтеграцією в кісткове середовище. З метою подолання зазначених обмежень запропоновано численні підходи до модифікації ПММА-цементів, зокрема включення до його складу біоактивних компонентів, які поліпшують клітинну адгезію та остеогенну відповідь. До таких добавок відносять як органічні біополімери (кісткові морфогенетичні білки (ВМР), мінералізований колаген (МК), хітозан, куркумін), так і неорганічні матеріали (гідроксиапатит, трикальційфосфат, оксид алюмінію, двоокис цирконію, оксид титану, алюмінати кальцію, біоактивне скло і склокераміка), а також наноматеріали (оксид графену, карбоксильовані багатопарові вуглецеві нанотрубки тощо) [56, 69, 98, 102, 128]. У більшості повідомлень підкреслюють, що такі компоненти здатні підвищувати біологічну активність і довговічність композитів без критичної втрати технологічних переваг ПММА [47, 102].

Серед органічних модифікаторів розглядають BMP, які активують SMAD-залежні сигнальні шляхи та транскрипційний фактор Runx-2 (Runt-Related Transcription Factor 2) і, крім osteoіндукції, посилюють неоангіогенез, хоча практичне їх застосування обмежено технічними труднощами контрольованої доставки зі збереженням біологічної активності [111, 130, 132]. Як приклад контрольованої доставки, De Witte et al. (2020) запропонували систему деградуючих наночастинок ПММА (ММА-co-ММА) для вивільнення BMP-2, що забезпечувало повне завантаження фактора та індукцію osteo- й ангіогенезу [60]. Включення МК у композити МК-ПММА сприяє посиленню проліферації та диференціації стромальних клітин, зниженню модуля пружності порівняно з ПММА, що підвищує біологічну активність матеріалу [69, 132]. У дослідженні Zhu et al. (2019) порівнювали клінічні ефекти застосування модифікованого МК-ПММА і звичайного ПММА-цементу у пацієнтів з остеопоротичними компресійними переломами хребців. Дослідниками встановлено значуще покращення клінічних і рентгенологічних показників у групі МК-ПММА після 1-річного періоду спостереження [138]. Ще одним ад'ювантом для підвищення біоактивності ПММА розглядають куркумін як фенольний антиоксидант, який володіє протизапальними й антибактеріальними властивостями [47, 102, 128]. У дослідженні Boschetto et al. (2023) встановили, що додавання куркуміну до ПММА-кісткового цементу забезпечувало формування однорідного композиту при концентраціях до 10 %, однак вміст понад 5 % призводив до зниження механічної міцності композиту. Натомість для композитів з концентрацією куркуміну до 5 % *in vitro* продемонстровано покращення клітинної адгезії та остеорепаративних процесів без істотного погіршення механічних властивостей, а також збереження антиоксидантних і протизапальних властивостей після термічного впливу [47]. Окремо описують модифікації з хітозаном і альгінатом, зокрема введення 5-10 % хітозану сприяло покращенню механічних характеристик та зниженню температури полімеризації, тоді як перевищення порогових значень погіршувало

властивості матеріалу [57, 69, 132]. Окрім того, відзначають вищу активність остеобластів у зоні аугментації порівняно зі стандартним ПММА [69].

Серед неорганічних модифікуючих компонентів провідне місце займають біокераміки (гідроксиапатит, β -трикальційфосфат, оксид алюмінію, двоокис цирконію, оксид титану, кальцієві алюмінати, біоактивне скло і склокераміка), які характеризуються біосумісністю та хімічною стабільністю, хоча їх обмеженнями є крихкість та висока жорсткість [13, 63, 129]. Гідроксиапатит є одним із найбільш вивчених компонентів: його ефекти пов'язують з індукцією остеобластичної диференціації та модуляцією запальної відповіді залежно від розміру частинок, а також із покращенням механічних і біологічних характеристик ПММА-композитів на фоні імунної інертності та біосумісності [39, 42, 113]. Потенційними недоліками його використання визначають низьку розчинність і обмежене вивільнення частинок, що обмежують його біологічну активність [113]. Композити ПММА- β -трикальційфосфат описують як пористі матеріали з нижчою температурою полімеризації та показниками жорсткості, що полегшують клітинну адгезію та поступове заміщення композиту новою кісткою [13, 69]. Додавання біоскла може знижувати пікову температуру полімеризації до 39,1-47,2 °C та формувати міцні хімічні зв'язки з кістковою тканиною, що позитивно впливає на остеогенну активність композитів [69].

Високий інтерес викликають наноматеріали як модифікатори ПММА. Оксид графену (GO) розглядають як біосумісний компонент, здатний знижувати температуру полімеризації та цитотоксичність ПММА й підвищувати механічні властивості композитів [97, 119, 132]. Відомі дані, що включення 0,1-0,3 % GO може бути корисним як для міцності, так і для антибактеріальної активності, а Zapata et al. (2020) описали зниження максимальної температури полімеризації приблизно на 19 % та подовження часу схоплення композиту при включенні GO [69, 134]. Інші підходи включають додавання магнійвмісних компонентів або фосфатів кальцію, що підтримують остеогенез [80, 132, 136]. Зокрема, Wang et al. (2021) застосували

магнійвмісні мікропласти полімолочної кислоти, що сприяло зменшенню термічного ушкодження остеобластів у процесі полімеризації та стимулювало остеогенез за рахунок вивільнення іонів магнію [128, 132]. Згідно з результатами низки досліджень *in vitro* та *in vivo* підтверджено покращення біосумісності, остеогенності й osteointegraції, зниження максимальної температури полімеризації приблизно на 7 °C та помірні зміни механічних характеристик композитів, модифікованих магній-алюмінієвими шаруватими подвійними гідроксидами [69, 102, 128]. Для підвищення osteointegraції також описано використання карбоксильованих багат шарових вуглецевих нанотрубок, що сприяло підвищенню експресії остеогенних маркерів і кращій інтеграції цементу з кісткою [102, 124].

Таким чином, сучасна стратегія заміщення кісткових дефектів після вогнепальних переломів ґрунтується на поєднанні механічної стабілізації сегмента з біологічною підтримкою процесів регенерації, застосуванні багатоступеневих реконструктивних алгоритмів та індивідуалізації лікування. Вибір методу реконструкції має визначатися протяжністю кісткового дефекту, станом м'яких тканин та умовами локального біологічного середовища.

1.3. Мікробіологічні та персоніфіковані детермінанти прогнозу клінічного результату лікування пацієнтів з вогнепальними переломами з дефектами кісткової тканини

Мікробіологічні чинники є одними з ключових детермінантів перебігу та прогнозу результатів лікування при вогнепальних переломах із дефектами кісткової тканини. Доведено, що ризик інфекційних ускладнень при переломах значуще різниться залежно від типу ушкодження та індивідуальних факторів ризику хворого [55, 85, 122].

Для високоенергетичних відкритих переломів ризик ускладнень є високим, а наявність великої рани, девіталізованих тканин, виконання повторних дебридментів та нестабільна фіксація уламків підвищують

ймовірність як ранніх, так і пізніх інфекцій, які погіршують умови кісткової регенерації [108, 122]. Згідно даних національної літератури поширеність інфекційних ускладнень при бойовій травмі опорно-рухового апарату в сучасних умовах сягає 50 % та асоційована з більш тривалими періодами лікування і реабілітації, вищим ризиком повторних втручань, втрати кінцівки та летальності [15, 30, 74].

Бойові рани зазвичай контаміновані полірезистентною флорою, переважно грамнегативними бактеріями та збудниками групи *ESKAPE*, які здатні формувати біоплівки та демонструють високу резистентність до антибіотиків [15, 30, 59, 68, 100]. Первинна контамінація бойових вогнепальних поранень високовірулентною грамнегативною флорою, їх подальше лікування, включно з багаторазовими хірургічними обробками та антибіотикотерапією, сприяють селекції мультирезистентних штамів [15, 30, 44, 90]. Натомість, згідно результатів багатоцентрового дослідження ESGIAI, досягнення клінічної ремісії можливе лише у 50 % пацієнтів з інфекціями, асоційованими з остеосинтезом після переломів довгих кісток нижніх кінцівок, спричиненими мультирезистентними грамнегативними збудниками, навіть за умови тривалої антибіотикотерапії [68]. Автори підкреслюють необхідність ранньої ідентифікації патогенів та таргетної антибіотикотерапії як ключового чинника збереження трансплантата та профілактики рецидиву інфекції [84, 90, 96].

Багато дослідників підтверджують домінування мультирезистентних грамнегативних збудників, зокрема неферментуючих паличок (*Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa*) та представників родини *Enterobacteriaceae*, наявність яких пов'язують з більшою частотою ускладнень та потребою у повторних втручаннях [15, 30, 32]. Навіть за коректної хірургічної тактики й тривалої антимікробної терапії прогноз гірший, якщо збудник є грамнегативним, оскільки такі мікроорганізми частіше демонструють здатність до біоплівкоутворення, швидко набувають

резистентності та гірше піддаються стандартним режимам лікування [100, 106, 117, 122].

Окрему увагу в літературі приділяють біоплівкам як механізму «хронізації» інфекції [85, 116, 122]. Адгезія бактерій до поверхонь металоконструкції, цементу чи некротичних тканин, а також формування біоплівки знижують ефективність як системних антибіотиків, так і імунної відповіді хворого, що пов'язують із високою частотою рецидивів й необхідністю повторних санацій. Саме тому сучасні підходи поєднують радикальну хірургічну санацію зони ушкодження з локальною антибіотикотерапією, зокрема з використанням ПММА-кульок чи спейсерів та інших локальних носіїв [11, 91, 122]. Успіх лікування значною мірою визначається тим, чи перебиває вибраний локальний антибіотик чутливість конкретного збудника і чи досягаються в осередку достатні концентрації лікарського засобу, особливо за наявності грамнегативних патогенів [85, 91]. Дослідники відзначають, що полімікробні асоціації та домінування грамнегативної флори зазвичай пов'язані з гіршим прогнозом, а коректна рання мікробіологічна діагностика та антибіотикотерапія є ключем до контролю інфекції й збереження реконструкції [85, 91, 122].

Паралельно з мікробіологічними чинниками важливими факторами прогнозу результатів лікування вогнепальних переломів із дефектами кісткової тканини є персоніфіковані (пацієнт-асоційовані) предиктори.

Успіх реконструктивно-відновного лікування при бойовій травмі залежить не лише від локальної хірургічної тактики, але й від системної здатності організму підтримувати репаративні процеси, протидіяти інфекції та відновлюватися після багатоетапних втручань. У цьому контексті мультиморбідність розглядають як інтегральний маркер зниженої фізіологічної «резервності» організму. Згідно даних клінічних спостережень, наявність множинних супутніх захворювань пов'язують з вищим ризиком інфекційних та неінфекційних ускладнень, ранньої післяопераційної смертності [62, 122]. Зокрема, згідно результатів дослідження Endeshaw A. S.

et al. (2025), дослідниками встановлено, що пацієнти з мультиморбідністю мали значуще вищий ризик 28-денної післяопераційної летальності порівняно як із особами без супутньої патології, так і з пацієнтами з одним діагностованим хронічним захворюванням [62].

Важливим системним фактором, що впливає на загоєння кісткової тканини та ризик ускладнень, є стан оксигенації тканин. Наявність анемії в перед- та післяопераційному періодах пов'язують зі значуще гіршими клінічними результатами лікування хворих ортопедо-травматологічного профілю, вищою частотою інфекційних ускладнень, потребою в гемотрансфузіях та більш тривалим періодом госпіталізації [12, 50, 61, 76, 109, 110, 135]. Водночас корекція рівня гемоглобіну за даними Guinn N. R. et al. (2022) перед оперативним втручанням асоційована зі зниженням потреби в трансфузійній терапії та кращими клінічними результатами віддаленого періоду, що робить її важливим елементом передопераційної оптимізації пацієнтів із високим ризиком [70].

Незалежним предиктором несприятливого перебігу лікування вважають вік пацієнта. Старші особи, особливо за наявності множинних супутніх захворювань, мають вищий ризик післяопераційних ускладнень, інфекцій, тривалішої реабілітації та вищої летальності [62, 67, 99]. Це зумовлює необхідність більш ретельної стратифікації ризику та індивідуалізованого підходу до планування лікування пацієнтів зазначеної категорії.

Суттєвий негативний вплив на репаративний остеогенез має тютюнопаління. Згідно результатів систематичних оглядів і метааналізів, куріння значно погіршує процеси загоєння кісткової тканини, підвищує ризик сповільнення консолидації, незрощення переломів та інфекційних ускладнень, що пов'язують із порушенням мікроциркуляції, зниженням остеобластичної активності та пригніченням локальної імунної відповіді [41, 67, 107, 114, 121, 122, 133].

Таким чином, згідно сучасних даних підтверджено тісний взаємозв'язок між клінічними результатами лікування пацієнтів з вогнепальними

переломами трубчастих кісток, мікробіологічними характеристиками бойової рани та системними індивідуальними факторами пацієнта. Узагальнюючи отримані дані, сучасний підхід до лікування поранених має включати три ключові практичні положення: по-перше, мікробіологічний профіль бойової рани слід враховувати з моменту первинної хірургічної обробки та вибору адекватної емпіричної антибіотикотерапії та подальшої її корекцією за результатами наступних посівів; по-друге, здатність бактерій до біоплівкоутворення зумовлює необхідність комбінованого підходу, що включає радикальну санацію, стабільну фіксацію, локальну антибіотикотерапію та чіткі критерії контролю інфекції; по-третє, індивідуальні фактори ризику повинні бути невід'ємною частиною передопераційної стратифікації, оскільки навіть найсучасніші локальні методи реконструкції мають нижчу ефективність на тлі несприятливого системного фону.

Резюме. Вогнепальні переломи трубчастих кісток із дефектами кісткової тканини становлять одну з найбільш складних та актуальних проблем сучасної ортопедії та травматології, особливо в умовах тривалих бойових дій. Формування кісткових дефектів при бойовій травмі має мультифакторну природу. Окрім безпосередньої втрати кісткової тканини внаслідок дії високоенергетичного снаряда, суттєву роль відіграють вторинні механізми, пов'язані з необхідністю радикальних хірургічних обробок, видаленням девіталізованих фрагментів та повторними втручаннями при розвитку інфекції. Саме наявність кісткового дефекту, а не лише факт перелому, визначає тяжкість та прогноз клінічного перебігу.

Заміщення кісткових дефектів після вогнепальних переломів потребує поєднання стабільної фіксації, ефективного контролю інфекції та створення умов для біологічної регенерації. Сучасна реконструктивна тактика базується на поетапних підходах, що включають первинну санацію рани, тимчасову стабілізацію та застосування локальних антибактеріальних носіїв, а згодом –

біологічних або комбінованих методів відновлення кісткової тканини. Аутоспонгіозна остеопластика залишається стандартом, однак її ефективність істотно знижується при великих і субтотальних дефектах. ПММА-кістковий цемент і його модифікації є перспективною альтернативою, особливо в умовах інфекції, проте біоінертність матеріалу потребує подальших удосконалень. Вибір конкретної стратегії має ґрунтуватися не лише на розмірі дефекту, а й на його морфології, стані м'яких тканин, ступені васкуляризації та мікробіологічному профілі рани. Слід відзначити, що успіх лікування визначається не тільки локальними факторами, але й системним станом організму пацієнта, що обґрунтовує необхідність не лише хірургічної корекції дефекту, а й комплексної передопераційної стратифікації ризиків та оптимізації модифікованих чинників.

Таким чином, вогнепальні переломи трубчастих кісток із дефектами кісткової тканини слід розглядати як комплексний патологічний стан, що потребує інтегрованого мультидисциплінарного підходу. Найбільш обґрунтованою стратегією є поєднання раннього та адекватного контролю інфекції, стабільної механічної фіксації, поетапної реконструкції дефекту та індивідуалізованої корекції системних факторів ризику. Дотримання комплексного підходу формує передумови для відновлення анатомічної цілісності кістки, збереження функції кінцівки та покращення якості життя поранених.

Матеріали розділу відображено у наступній публікації здобувача:

1. Фіщенко, В. О., Литвинюк, О. М. & Фіщенко, О. В. (2025). Особливості використання цементу на основі поліметилметакрилату в системі лікування вогнепальних переломів з дефектами кісткової тканини. *Український медичний часопис*, 170(4), 53–59. <https://doi.org/10.32471/umj.1680-3051.265215>.

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Дизайн дослідження

Представлено одноцентрове дослідження комбінованого дизайну, яке включало ретроспективний етап розробки оригінального алгоритму вибору оптимального методу остеопластики при вогнепальних переломах трубчастих кісток з дефектами кісткової тканини та проспективний етап його валідації на незалежній вибірці.

Схематично дизайн дослідження відображено на рисунку 2.1.



Рис. 2.1 Дизайн дослідження

У дослідженні проаналізовано клінічні результати остеопластики дефектів кісткової тканини 141 пораненого з вогнепальними переломами трубчастих кісток, які перебували на стаціонарному лікуванні в травматологічному відділенні КНП «Вінницька міська клінічна лікарня швидкої медичної допомоги» за період 2022-2025 років, відповідали критеріям включення та надали інформовану згоду на участь. Середній вік обстежених – $38,03 \pm 9,09$ років. У 27 (19,15 %) пацієнтів встановлено вогнепальні переломи плечової кістки, у 30 (21,28 %) – переломи кісток передпліччя, у 24 (17,02 %) хворих діагностовано вогнепальні переломи стегнової кістки, у 65 (46,10 %) – поранення кісток гомілки.

Критерії включення у дослідження:

- вогнепальні переломи довгих трубчастих кісток з дефектами кісткової тканини, локалізовані в зоні діафіза;
- вік пораненого старше 18 років;
- відсутність декомпенсованої соматичної патології;
- наявність підписаної пацієнтом інформованої згоди на участь у клінічному дослідженні;

Критерії виключення з дослідження:

- переломи довгих трубчастих кісток з дефектами кісткової тканини невогнепального характеру;
- переломи довгих трубчастих кісток з дефектами кісткової тканини вогнепального характеру, локалізовані в зоні епіфіза та/або епіметафіза;
- вік пораненого молодше 18 років;
- відсутність повної, достовірної інформації щодо обраної первинної тактики лікування та об'єму надання медичних послуг;
- наявність декомпенсованої соматичної патології;
- наявність клінічно маніфестної інфекції кістки або області хірургічного втручання, підтвердженої клінічно та/або інструментально, що сформувалась після завершення первинного етапу хірургічної обробки,

згідно з критеріями CDC/NHSN Surgical Site Infection (SSI) (National Healthcare Safety Network, 2025) [51].

- відсутність підписаної пацієнтом інформованої згоди на участь у клінічному дослідженні.

На ретроспективному етапі розробки алгоритму вибору оптимального методу остеопластики серед обстежених сформовано 2 групи дослідження. У якості основного методу заміщення кісткового дефекту вогнепального перелому пацієнтам першої групи застосовували аутологічну кісткову пластику, хворим другої групи – ПММА-кістковий цемент. Додатково в межах кожної групи пацієнтів стратифікували у чотири порівнювані підгрупи, з урахуванням клінічного результату лікування, визначеного у віддаленому післяопераційному періоді (відмінний, хороший, задовільний, незадовільний).

На цьому етапі у обстежених аналізували наступні фактори ризику:

- персоніфіковані фактори ризику (вік пацієнта; куріння; наявність супутньої патології);
- характеристики пошкодження (за класифікаціями: Gustilo-Anderson, дефектів довгих кісток при бойовій травмі кінцівок та Tetsworth; абсолютний розмір кісткового дефекту; локалізація кісткового дефекту);
- чинники, обумовлені проведенням лікуванням (тривалість операції; виконання гемотрансфузії; рівень гемоглобіну (Hb) до операції та визначений в післяопераційному періоді; фізичний статус за класифікацією Американської асоціації анестезіологів (ASA);
- мікробіологічні параметри бойової рани.

Метою ретроспективного етапу було визначення диференційованих факторів прогнозу ефективності кожного з досліджуваних методів остеопластики дефекту вогнепального перелому. Для стандартизації прийняття рішення на основі отриманих предикторів розроблено оригінальний алгоритм вибору оптимального методу остеопластики. Кожному прогностичному фактору присвоєно ваговий коефіцієнт (бал) відповідно до сили його впливу, визначеної на основі показника відношення шансів (OR) та

коефіцієнта τ -Кендалла. Прийняття рішення здійснювали шляхом сумарної оцінки прогнозованої ефективності для кожного методу (аутологічна кісткова пластика та ПММА-кістковий цемент). Метод з вищим сумарним балом вважали пріоритетний. У випадку відсутності різниці сумарних значень, методи розглядали як еквівалентні, а рішення приймали з урахуванням клінічних та технічних аспектів.

На проспективному етапі дослідження здійснювали валідацію розробленого алгоритму на незалежній вибірці пацієнтів. Однорідність ретроспективної та проспективної груп була підтверджена за всіма прогностичними критеріями, включеними до алгоритму (Додаток В-3).

Ефективність запропонованої моделі оцінювали шляхом порівняння клінічних результатів лікування на трьох рівнях:

- між хворими ретроспективної та проспективної груп загалом;
- між пацієнтами ретроспективної та проспективної груп, яким виконано аутологічну кісткову пластику дефекту;
- між хворими ретроспективної та проспективної груп, яким застосовували ПММА-цемент.

Такий дизайн дозволив оцінити не лише загальну клінічну ефективність запропонованого алгоритму, а й його прогностичну здатність для кожного із запропонованих методів остеопластики.

2.2 Характеристика обстежених ретроспективної групи

Проаналізовано клінічні результати остеопластики дефектів кісткової тканини 97 поранених з вогнепальними переломами трубчастих кісток, які перебували на стаціонарному лікуванні в травматологічному відділенні КНП «Вінницька міська клінічна лікарня швидкої медичної допомоги» за період 2022-2023 років. Середній вік обстежених – $38,96 \pm 9,10$ років. Переважна більшість обстежених групи були особами молодого віку – 67 (69,07 %), у 30 (30,93 %) хворих вік визначено як середній. Для характеристики віку

використовували критерії рекомендовані Всесвітньою організацією охорони здоров'я, згідно яких молодим вважали вік в діапазоні 25-44 років, середній – 45-59 років, похилий 60-74 років [137]. Аналізуючи за локалізацією пошкодження, у 21 (21,65 %) пацієнта встановлено вогнепальні переломи плечової кістки, у 23 (23,71 %) – переломи кісток передпліччя, у 19 (19,59 %) хворих діагностовано вогнепальні переломи стегнової кістки, у 39 (40,21 %) – поранення кісток гомілки.

З урахуванням запропонованого методу остеопластики кісткового дефекту серед обстежених сформовано 2 клінічні групи. Загальна характеристика сформованих груп відображена у таблицях 2.1-2.2.

Таблиця 2.1

Характеристика віку пацієнтів ретроспективної групи

Характеристика	Клінічні групи		Загалом (n=97)
	аутоспонгіозна остеопластика (n=58)	ПММА-кістковий цемент (n=39)	
М±SD, років	39,09±9,04	38,77±9,31	38,96±9,10
молодий вік	41 (70,69 %)	26 (66,67 %)	67 (69,07 %)
середній вік	17 (29,31 %)	13 (33,33 %)	30 (30,93 %)

Аутоспонгіозну остеопластику дефекту кісткової тканини у якості основного методу лікування було застосовано 58 пораненим з вогнепальними переломами трубчастих кісток. Середній вік обстежених – 39,09±9,04 років. Молодий вік визначено у переважної більшості обстежених групи – 41 (70,69 %), середній – фіксували у 17 (29,31 %) хворих. У 16 (27,59 %) пацієнтів встановлено вогнепальні переломи плечової кістки, у 16 (27,59 %) – переломи кісток передпліччя, у 12 (20,69 %) хворих діагностовано вогнепальні переломи стегнової кістки, у 18 (31,03 %) – поранення кісток гомілки.

ПММА-кістковий цемент з метою остеопластики застосовували у 39 поранених з вогнепальними переломами трубчастих кісток з дефектами

кісткової тканини. Середній вік хворих становив $38,77 \pm 9,31$ років. У 26 (66,67 %) хворих вік визначали як молодий, у 13 (33,33 %) – як середній. Вогнепальні переломи плечової кістки з дефектами кісткової тканини встановлено у 5 (12,82 %) поранених, пошкодження кісток передпліччя – у 7 (17,95 %) хворих, у 7 (17,95 %) обстежених діагностовано вогнепальні переломи стегнової кістки, у 21 (53,85 %) пацієнта зафіксовано поранення кісток гомілки.

Таблиця 2.2

Характеристика локалізації вогнепального перелому з дефектом кісткової тканини пацієнтів ретроспективної групи

Сегмент локалізації перелому	Клінічні групи		Загалом (n=97)
	аутоспонгіозна остеопластика (n=58)	ПММА-кістковий цемент (n=39)	
плече	16 (27,59 %)	5 (12,82 %)	21 (21,65 %)
передпліччя	16 (27,59 %)	7 (17,95 %)	23 (23,71 %)
стегно	12 (20,69 %)	7 (17,95 %)	19 (19,59 %)
гомілка	18 (31,03 %)	21 (53,85 %)	39 (40,21 %)

2.3 Характеристика обстежених проспективної групи

До проспективної групи включено 44 поранених з вогнепальними переломами трубчастих кісток з дефектами кісткової тканини, які перебували на стаціонарному лікуванні в травматологічному відділенні КНП «Вінницька міська клінічна лікарня швидкої медичної допомоги» за період 2024-2025 років. Середній вік пацієнтів проспективної групи становив $35,98 \pm 8,82$ років (табл. 2.3). Особи молодого віку становили переважну більшість обстежених групи – 38 (86,36 %), середній вік визначено у 6 (13,64 %) пацієнтів. За локалізацією пошкодження вогнепальні переломи плечової кістки встановлено у 6 (13,64 %) хворих, переломи кісток передпліччя – у 7 (15,91 %),

вогнепальні переломи стегнової кістки визначено у 5 (11,36 %) поранених, ушкодження кісток гомілки – у 26 (59,09 %) осіб групи (табл. 2.4).

З урахуванням, запропонованого за принципами оригінального алгоритму, методу остеопластики кісткового дефекту серед обстежених сформовано 2 групи дослідження.

Кісткову аутоспонгіозну пластику дефекту як основного методу лікування за результатами алгоритму застосовано 23 хворим проспективної групи. Середній вік поранених складав $34,70 \pm 7,38$ років. Молодий вік реєстрували у переважній більшості обстежених – 22 (95,65 %), у 1 (4,35 %) вік оцінювали як середній. У 3 (13,04 %) пацієнтів діагностовано вогнепальні переломи плечової кістки, ще у 3 (13,04 %) – переломи кісток передпліччя, у 4 (17,39 %) осіб встановлено ушкодження стегнової кістки, у 13 (56,52 %) – переломи кісток гомілки.

Таблиця 2.3

Характеристика віку пацієнтів проспективної групи

Характеристика	Клінічні групи		Загалом (n=44)
	аутоспонгіозна остеопластика (n=23)	ПММА-кістковий цемент (n=21)	
М±SD, років	34,70±7,38	37,38±10,17	35,98±8,82
молодий вік	22 (95,65 %)	16 (76,19 %)	38 (86,36 %)
середній вік	1 (4,35 %)	5 (23,81 %)	6 (13,64 %)

ПММА-кістковий цемент за результатами алгоритму застосовано у 21 пораненого з вогнепальними переломами трубчастих кісток з дефектами кісткової тканини. Середній вік – $37,38 \pm 10,17$ років. У більшості – 16 (76,19 %) хворих вік визначали як молодий, у 5 (23,81 %) – як середній. Оцінюючи локалізацію пошкодження, вогнепальні переломи плечової кістки з дефектами кісткової тканини встановлено у 3 (14,29 %) поранених, пошкодження кісток передпліччя – у 4 (19,05 %) хворих, у 1 (4,76 %) обстеженого діагностовано

вогнепальний перелом стегнової кістки, у 13 (61,90 %) пацієнтів – поранення кісток гомілки.

Таблиця 2.4

Характеристика локалізації вогнепального перелому з дефектом кісткової тканини пацієнтів проспективної групи

Сегмент локалізації перелому	Клінічні групи		Загалом (n=44)
	аутоспонгіозна остеопластика (n=23)	ПММА-кістковий цемент (n=21)	
плече	3 (13,04 %)	3 (14,29 %)	6 (13,64 %)
передпліччя	3 (13,04 %)	4 (19,05 %)	7 (15,91 %)
стегно	4 (17,39 %)	1 (4,76 %)	5 (11,36 %)
гомілка	13 (56,52 %)	13 (61,90 %)	26 (59,09 %)

2.4 Характеристика типу пошкодження

З огляду на поліморфізм вогнепальних уражень для систематизації параметрів кісткового дефекту з урахуванням пошкоджень м'яких тканин, ступеня контамінації рани застосовували загальноприйняті класифікації, які дозволили порівняти результати між клінічними групами та дослідженнями. Об'єктивну та стандартизовану оцінку пошкоджень кісткової тканини вважаємо ключовою передумовою вибору оптимальної хірургічної тактики та прогнозування результатів лікування.

Характеристика відкритого перелому

Оцінку ступеня тяжкості відкритого перелому, ушкодження м'яких тканин, стану рани, ступеня її забруднення здійснювали за класифікацією Gustilo-Anderson, запропонованою Gustilo і Anderson (1976) та надалі модифікованою й уточненою (Gustilo et al., 1984) [71, 72] (табл. 2.5).

Класифікація відкритих переломів Gustilo-Anderson

Тип	Характеристика
I	Рана довжиною менше 1см, спричинена гострими краями кістки, чиста, без значного ушкодження м'яких тканини. Найчастіше простий тип перелому.
II	Рана понад 1см, без масивної травми м'яких тканин, без відриву лоскутів чи значного забруднення. Простий або уламковий тип перелому.
III	Високоенергетичне ушкодження зі значним дефектом м'яких тканин, можливим пошкодженням нервово-судинних структур, контамінацією та/або багатоуламковим типом перелому.
III A	Кістки адекватно покриті м'якими тканинами (після первинної обробки рани), незважаючи на їх значне пошкодження Подвійний або уламковий тип перелому.
III B	Масивне пошкодження м'яких тканин із оголенням кістки та відшаруванням окістя. Значна контамінація рани. Необхідність пластичного закриття рани.
III C	Відкритий перелом із пошкодженням магістральної артерії, що потребує відновлення кровотоку, незалежно від обсягу травми м'яких тканин.

Абсолютний розмір дефекту кісткової тканини

Додатково оцінювали абсолютний розмір кісткового дефекту. Абсолютні значення розміру дефекту кісткової тканини визначали у сантиметрах. Вимірювання проводили інтраопераційно за допомогою стерильної лінійки та додатково на стандартних рентгенограм у двох взаємно перпендикулярних проєкціях та/або за даними комп'ютерної томографії з урахуванням масштабування зображення. Абсолютний розмір кісткового дефекту визначали як максимальну лінійну відстань між проксимальним і

дистальним краями кісткових фрагментів уздовж анатомічної осі ушкодженої кістки з урахуванням можливих зміщень та деформацій кісткових фрагментів. У разі наявності багатоуламкових переломів для розрахунку обирали найбільший сумарний лінійний дефект кісткової тканини, що відображало максимальний обсяг втрати кісткової тканини та клінічну складність ушкодження.

Оцінка дефектів довгих кісток при бойовій травмі кінцівок

Для характеристики пошкоджень використовували класифікацію дефектів довгих кісток при бойовій травмі кінцівок рекомендовану Buryanov et al. (2023) (табл. 2.6) [49].

Цифрове кодування плечової, стегнової, кісток передпліччя, великогомілкової кістки та їх сегментів, здійснювали відповідно до рекомендацій розробників, згідно основних принципів Мюллера та у відповідності до класифікації переломів довгих кісток AO/ASIF (Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen / Association for the Study of Internal Fixation) (рис. 2.2) [38, 93].

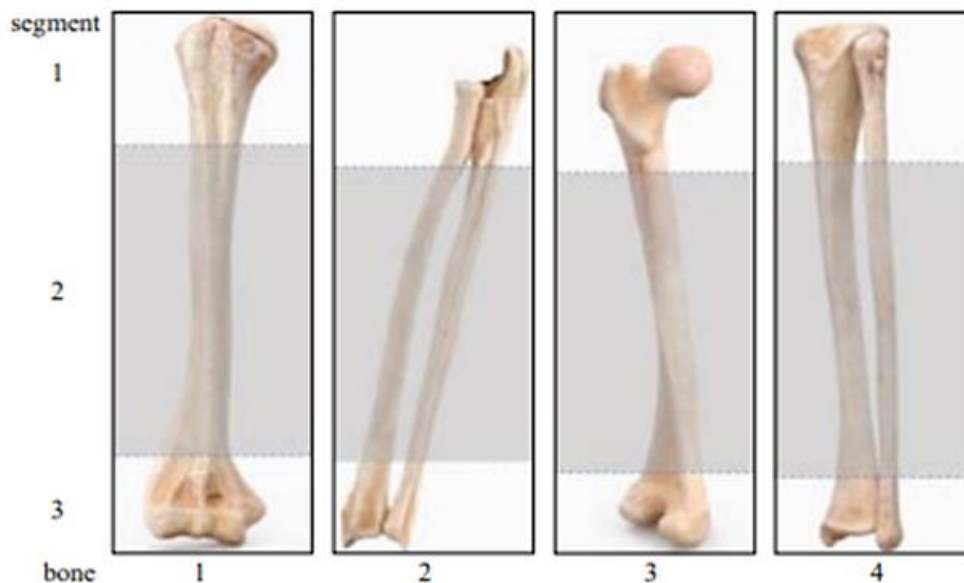


Рис. 2.2 Цифрове кодування довгих трубчастих кісток та їх сегментів (рисунок Buryanov et al., 2023) [49]

Класифікація дефектів кістки при вогнепальних ушкодженнях

Тип	Характеристика
A	обмежені діафізарні дефекти кістки без порушення її цілісності
A1	дефіцит кісткової тканини до 10 %; до 25 % окружності сегмента
A2	від 11 до 40 %; та від 26 до 50 % відповідно
A3	понад 40 %; та 50 % відповідно
B	діафізарні дефекти кістки з порушенням її цілісності, але зі збереженим контактом кортикального шару кісткові фрагменти
B1	дефіцит кісткової тканини до 10 %; повний контакт з анатомічним укороченням
B2	дефіцит кісткової тканини від 11 до 40 %; обмежений контакт без анатомічного вкорочення
B3	дефіцит кісткової тканини понад 40 %; обмежений контакт з анатомічним укороченням
C	діафізарні дефекти кістки з порушенням її цілісності та повним дефектом ділянки сегмента, коли кісткові фрагменти не контактують (сегментарні дефекти, «дефект-діастаз»)
C1	дефіцит кісткової тканини по окружності сегмента до 3 см; сегментарні дефекти без вкорочення
C2	дефіцит кісткової тканини по окружності сегмента від 3 до 5 см; сегментарні дефекти з укороченням
C3	дефіцит кісткової тканини понад 5 см по окружності; субтотальні дефекти
D	повні дефекти суглобів
D1	епіфізарний
D2	епіметафізарний
D3	епіметадіафізарний
D4	ампутація

Дефекти кожного сегмента кістки поділяються на чотири типи з подальшим поділом на три групи та їх підгрупи, що утворюють ієрархічну організацію в тріадах (рис. 2.3) [5].

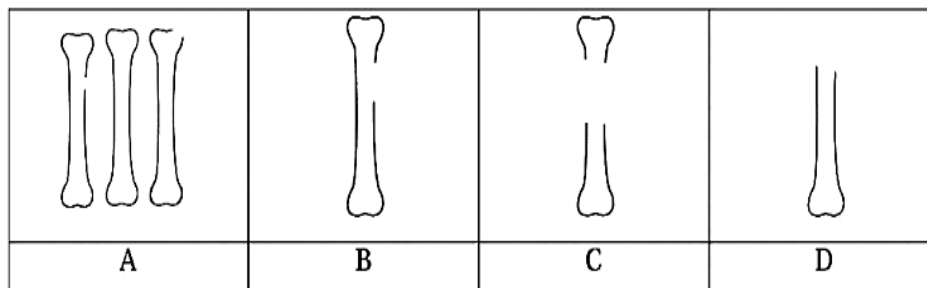


Рис. 2.3 Типи кісткових дефектів довгих трубчастих кісток (рисунок Грицай та ін., 2023) [5]

Візуальна характеристика підтипів діфізарних дефектів трубчастих кісток відображена на рисунках 2.4-2.8.



Рис. 2.4 Діафізарні дефекти типу А: а) А1-підтип; б) А2-підтип; с) А3-підтип (рисунок Buryanov et al., 2023) [49]



Рис. 2.5 Діафізарні дефекти типу В: а) В1-підтип; б) В2-підтип; с) В3-підтип (рисунок Buryanov et al., 2023) [49]

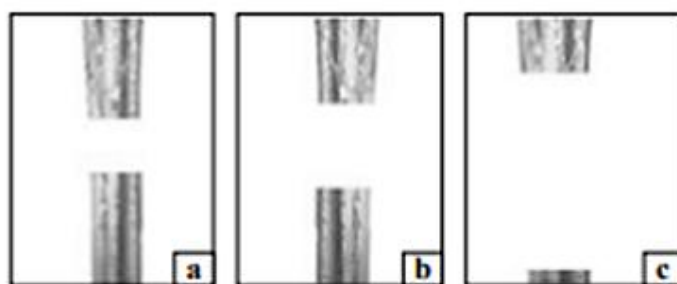


Рис. 2.6 Діафізарні дефекти типу С: а) С1-підтип; б) С2-підтип; в) С3-підтип
(рисунок Buryanov et al., 2023) [49]

Характеристика кісткових дефектів за Tetsworth

Додатково для характеристики кісткових дефектів використовували класифікацію, запропоновану Tetsworth et al. (2021) [120]. Переклад якої запропоновано Грицай та ін. (2024) (табл. 2.7) [5].

Таблиця 2.7

Класифікація кісткових дефектів Tetsworth

Тип	Характеристика
D1	неповний дефект (здіянні максимум три з чотирьох кортикальних шарів)
D1 А	до 25 % втрати окружності кортикального шару
D1 В	втрата окружності кортикального шару кістки від 25 до 75 %
D1 С	від 75 до 99 % втрати окружності кортикального шару
D2	незначний/субкритичний (повний) дефект до 2 см (розрізняють за формою кінців кісткових уламків)
D2 А	два косих кінця кісткових уламків, що забезпечують можливе перекриття
D2 В	один кінець косий інший кінець поперечний
D2 С	два поперечних кінця уламка, тобто сегментарний дефект (обидва уламки мають поперечні кінці)

Таблиця 2.7 (продовження)

Тип	Характеристика
D3	сегментарний дефект критичного розміру (> 2 см)
D3 А	помірні дефекти від 2 до 4 см
D3 В	великі дефекти від 4 до 8 см
D3 С	масивні дефекти ≥ 8 см

Комплексний підхід до характеристики пошкоджень дозволяє всебічно відобразити морфологічні та клініко-рентгенологічні особливості ушкоджень, підвищити обґрунтованість порівняльного аналізу та створити методологічну основу для подальшої оцінки ефективності реконструктивно-відновних втручань.

2.5 Характеристика персоніфікованих факторів ризику та чинників, обумовлених лікуванням

На ретроспективному етапі дослідження аналізували частоту та структуру основних персоніфікованих факторів ризику таких, як вік (у тому числі вік до 45 років), наявність цукрового діабету, статус куріння.

Додатково оцінювали лабораторні маркери такі, як рівень Hb, визначений до операції та після операції, а також наявність значень Hb <100 г/л в доопераційному та післяопераційному періодах. Референтними значеннями рівня гемоглобіну вважали показники, що відповідають загальноприйнятим клінічним нормам для дорослого населення.

Враховували чинники, обумовлені лікуванням, зокрема тривалість операції, проведення гемотрансфузійної терапії, а також показник фізичного статусу. Для оцінки фізичний статус пацієнтів використовували класифікацію ASA, яка дозволяє охарактеризувати загальний стан хворого, ступінь системних порушень та ризик ускладнень [37, 73, 82] (табл. 2.8).

Класифікація ASA

Клас	Характеристика
ASA I	Здорові пацієнти, не курять, мінімально споживають алкоголь.
ASA II	Пацієнти з легкими системними захворюваннями без істотних функціональних обмежень – куріння, помірне споживання алкоголю, вагітність, ожиріння 1-2 ступеня (індекс маси тіла (ІМТ) 30–40 кг/м ²), контрольована гіпертензія чи компенсований цукровий діабет без ураження органів-мішеней.
ASA III	Пацієнти з важкими системними захворюваннями. Значні обмеження функціональної активності. Приклади (але не обмежуються ними): одну або декілька хвороб середньої тяжкості чи тяжких форм, зокрема погано контрольована артеріальна гіпертензія або субкомпенсований цукровий діабет, хронічне обструктивне захворювання легень, морбідне ожиріння (ІМТ \geq 40 кг/м ²), гепатит, алкогольна залежність, імплантований кардіостимулятор, помірне зниження фракції серцевого викиду, хронічна ниркова недостатність, що вимагає регулярного проходження гемодіалізу. В анамнезі (більше 3 міс.) інфаркт міокарда, інсульт, транзиторна ішемічна атака, ішемічна хвороба серця або стентування.
ASA IV	Пацієнти з тяжкими системними хворобами, що становить постійну загрозу життю. Приклади (але не обмежуються ними): інфаркт міокарда, інсульт, транзиторна ішемічна атака, ішемічна хвороба серця, стентування коронарних артерій в анамнезі до 3 місяців, ішемія міокарда або важка дисфункція клапанів серця, різке зниження фракції викиду, сепсис, синдром дифузного внутрішньосудинного згортання крові, гостра або хронічна ниркова недостатність при нерегулярному проходженні гемодіалізу.

Таблиця 2.8 (продовження)

Клас	Характеристика
ASA V	Помираючі пацієнти, які прогнозовано не виживуть без операції. Приклади включають в себе (але не обмежуються ними): розрив аневризми аорти, важка політравма, внутрішньочерепний крововилив, гостра ішемія кишечника при супутній вираженій кардіальній патології або поліорганній недостатності.
ASA VI	Констатовано смерть мозку, органи видаляються для донорських цілей.

Додаткове додавання літери «Е» позначає невідкладність хірургічного втручання. Ургентна ситуація визначається як існуюча, коли затримка в лікуванні пацієнта призведе до значного збільшення загрози для життя. Наприклад: ASA I E, II E, III E або IV E. Клас ASA V, як правило, завжди ASA V E. Клас ASA VI E не існує.

Вибір зазначених параметрів було здійснено відповідно до положень і компонентів шкали FRACTING score (Massari et al., 2018), що дає можливість стандартизовано оцінити вплив клініко-демографічних характеристик на прогноз захворювання та ризик ускладнень [89].

2.6 Характеристика мікробіологічних характеристик рани

З метою оцінки ролі мікробіологічних чинників у прогнозуванні клінічного результату остеопластики вогнепальних переломів з дефектами кісткової тканини аналізували мікробний спектр ранового забруднення. Ідентифікацію збудників інфекційних ускладнень здійснювали методом бактеріологічного дослідження вмісту ран.

Забір біологічного матеріалу виконували під час хірургічної обробки рани з дотриманням правил асептики та антисептики із застосуванням

стерильного тампона. Для аналізу відбирали не менше п'яти глибоких зразків тканини або ранової рідини. З метою запобігання перехресної контамінації та мінімізації маніпуляцій у ділянці втручання застосовували «no-touch technique» (техніку без дотику) та використовували індивідуальні хірургічні інструменти для кожного зразка.

Матеріал доставляли в бактеріологічну лабораторію не пізніше, ніж через 2 години після забору та висівали на щільні поживні середовища: кров'яний агар, агар Чистовича, середовище Ендо та хромогенні середовища. Інкубацію проводили в аеробних умовах при температурі 35-37 °С протягом 24-48 годин.

Ідентифікацію мікроорганізмів здійснювали на підставі культуральних та морфологічних властивостей колоній, а також результатів забарвлення за Грамом. Кількісну оцінку мікробної контамінації виконували шляхом підрахунку колоній з визначенням кількості колонієутворюючих одиниць за методом Голда (КУО/мл).

За результатами бактеріологічних досліджень ран аналізували частоту та характер колонізації ран, а також етіологічну структуру та спектр мікрофлори.

Представлені в роботі дослідження проводили в клініко-діагностичній лабораторії КНП «Вінницька міська клінічна лікарня швидкої медичної допомоги» (завідувач відділенням – Палянига О. Х.).

2.7 Характеристика методик остеопластики дефектів кісткової тканини при вогнепальних переломах довгих трубчастих кісток

2.7.1 Методика аутоспонгіозної пластики дефекту кісткової тканини

Хірургічне втручання виконували в умовах попередньої стабілізації ушкодженого сегмента. Операцію проводили під регіонарною спинномозковою анестезією. Після стандартної антисептичної обробки

операційного поля здійснювали хірургічний доступ до зони кісткового дефекту з розсіченням шкіри та м'яких тканин. Після розведення м'яких тканин оголювали ділянку кісткового дефекту, виконували ретельний гемостаз та іригацію операційної рани. Під час ревізії оцінювали характер і протяжність кісткового дефекту, стан дна дефекту та навколишніх м'яких тканин. Краї проксимального та дистального кісткових фрагментів обробляли в межах життєздатної кісткової тканини з формуванням контактних поверхонь та, за потреби, відкриттям кістковомозкового каналу. Після повторної іригації рану тимчасово захищали стерильною вологою серветкою.

Забір кісткового аутогрануляту виконували з гребеня клубової кістки. Після антисептичної обробки операційного поля здійснювали розріз шкіри та м'яких тканин з відшаруванням м'яких тканин від кістки. За допомогою остеотома виконували забір трансплантату необхідного об'єму. Проводили ретельний гемостаз, рану промивали антисептичним розчином, у ложе забору за потреби встановлювали гемостатичний матеріал, після чого рану ушивали пошарово з дрениванням. Отримані кісткові трансплантати очищали від залишків м'яких тканин та окістя і готували до імплантації.

В подальшому аутоспонгіозні аутогрануляти розміщували в зоні кісткового дефекту з адаптацією до проксимального та дистального кісткових фрагментів. Фіксацію здійснювали металевими фіксаторами відповідно до локальних анатомічних умов. Після імплантації виконували інтраопераційний рентгенологічний контроль положення трансплантатів. Протягом операції здійснювали ретельний гемостаз. Після завершення пластики виконували пошарове ушивання рани та накладали асептичну пов'язку.

2.7.2 Методика пластики дефекту кісткової тканини при вогнепальних переломах довгих трубчастих кісток з використанням ПММА-цементу

Хірургічне втручання виконували в умовах попередньої стабілізації ушкодженого сегмента. Операцію проводили під регіонарною

спинномозковою анестезією з накладанням артеріального джгута за показаннями. Після стандартної антисептичної обробки операційного поля виконували ревізію вогнепальної рани з оцінкою обсягу ушкодження кісткової та м'яких тканин. Проводили ретельну механічну та іригаційну обробку рани з видаленням некротизованих тканин і вільних кісткових уламків. Краї кісткового дефекту обробляли в межах життєздатної кісткової тканини з формуванням чітко окреслених меж кісткового дефекту. М'які тканини навколо рани піддавали щадній хірургічній обробці до появи капілярної кровоточивості.

Для заміщення дефекту кісткової тканини використовували антибіотиконасичений ПММА-кістковий цемент OSARTIS BonOS® R NF Genta. До стандартної порції цементу додавали антибактеріальні препарати широкого спектра дії відповідно до локального мікробіологічного профілю. Після досягнення початкової стадії полімеризації цемент формували у вигляді блоків відповідного розміру. Порожнину кісткового дефекту після повторної іригації та висушування заповнювали сформованими блоками ПММА-цементу з рівномірним розташуванням і щільним контактом із кортикальними краями дефекту. Після завершення полімеризації цементу виконували повторну іригацію операційної рани, мобілізацію м'яких тканин із подальшим пошаровим ушиванням. Операцію завершували зняттям артеріального джгута (за його застосування) та накладанням асептичної пов'язки.

2.8 Методика оцінки клінічних результатів лікування

Для характеристики клінічних результатів лікування обстежених пацієнтів використовували модифіковану 100-бальну шкалу оцінки результатів лікування хворих з переломами кісток Neer-Grantham-Shelton (1967) з урахуванням адаптацій, наведених у літературі [94, 118] (табл. 2.9).

Зазначена шкала є комплексним інструментом оцінки, що дозволяє кількісно охарактеризувати як суб'єктивні, так і об'єктивні показники

функціонального стану ураженого сегмента, зокрема оцінити такі критерії, як: «Больовий синдром», «Функція», «Рухи в суглобі», «Працездатність», «Рентгенологічні дані», «Анатомія». Інтерпретацію сумарних показників здійснювали наступним чином: за наявності значень 85-100 балів результат лікування визначали як відмінний, 70-84 балів – хороший, 55-69 балів – задовільний, менше 55 балів – незадовільний. Максимальна сумарна оцінка становить 100 балів.

Таблиця 2.9

Модифікована 100-бальна шкала оцінки результатів лікування Neer-Grantham-Shelton

Характеристика	Бал	Характеристика	Бал
<i>Больовий синдром</i>		<i>Працездатність</i>	
відсутній	20	така сама, як до травми	10
нетривалий чи метеотропний	16	збережена, але наявні деякі труднощі	8
після навантаження	12	порушена	6
викликаний обмеженням функції кінцівки	8	легка праця	4
постійний чи нічний	0-4	непрацездатність	0-2
<i>Функція</i>		<i>Рентгенологічні дані</i>	
така сама, як до травми	20	майже норма	15
незначне обмеження	16	5° девіації або 0,5 см зміщення	12
обмежена (користування поручнями)	12	10° девіації або 2 см зміщення	9
виражена обмеженість	8	15° девіації або 3 см зміщення	6
використання милиць або ортеза	0-4	консолідація з вираженою деформацією	3

Таблиця 2.9 (продовження)

Характеристика	Бал	Характеристика	Бал
<i>Рухи в суглобі</i>		<i>Анатомія</i>	
норма або 135°	20	м'язова гіпотрофія	15
100°	16	5° девіації або 0,5 см зміщення	12
80°	12	10° девіації або 2 см зміщення	9
60°	8	15° девіації або 3 см зміщення	6
40°	4	хібний суглоб, хронічні інфекція, консолідація з вираженою деформацією	3

2.9 Розробка алгоритму диференційованого вибору оптимального методу остеопластики дефектів після вогнепальних переломів трубчатих кісток

Для стандартизації прийняття клінічного рішення щодо вибору оптимального методу остеопластики дефектів після вогнепальних переломів трубчатих кісток (аутологічна кісткова пластика або остеопластика з використанням ПММА-цементу), нами було розроблено оригінальний алгоритм та скорингову таблицю. Розроблений алгоритм має форму дерева рішень та передбачає послідовну оцінку сукупності клінічних, лабораторних та мікробіологічних прогностичних критеріїв (рис. 2.7).

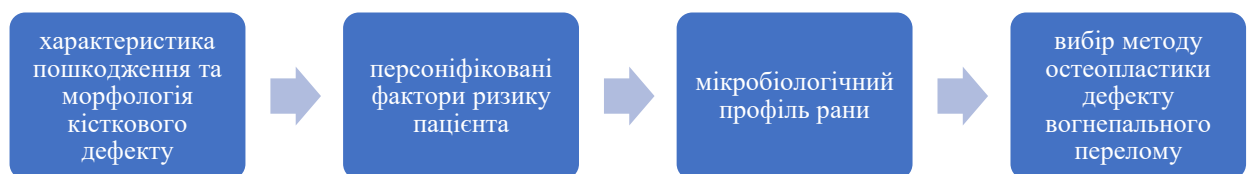


Рис. 2.7 Схема прийняття послідовних рішень розробленого алгоритму

Додатково нами було розроблено скорингову таблицю, що дозволяє кількісно оцінити переваги кожного з розглянутих методів лікування для

конкретного пацієнта з урахуванням одночасного впливу кількох прогностичних факторів.

Кожному доведеному прогностичному фактору, що покращує клінічний результат лікування присвоювали позитивний бал (+), фактору, пов'язаному з гіршим прогнозом – негативний (-). Вагові коефіцієнти (бали) кожного прогностичного фактору визначали відповідно до сили їхнього впливу на результат лікування, оціненої за величинами OR та коефіцієнта рангової кореляції τ -Кендалла [53, 54, 75]. Особливості інтерпретації впливу прогностичних факторів наведено у таблицях 2.10-2.11.

В подальшому виконували розрахунок сумарного показника для кожного з розглянутих методів остеопластики, який визначав прогнозовану ефективність методу лікування. Метод із вищим сумарним показником визначали як пріоритетний у конкретній клінічній ситуації. За відсутності різниці методи вважали еквівалентними, а остаточне рішення ґрунтувалося на клінічних особливостях та технічних можливостях виконання втручання.

Таблиця 2.10

Особливості інтерпретації впливу прогностичного чинника на клінічний результат лікування за величиною OR

Результат лікування	OR	Прогностичний вплив	Бал
відмінний	$\geq 3,0$	високий шанс	2
	$< 3,0$	низький шанс	1
хороший	$\geq 3,0$	високий шанс	1
	$< 3,0$	низький шанс	0
задовільний	$\geq 3,0$	високий шанс	-1
	$< 3,0$	низький шанс	0
незадовільний	$\geq 3,0$	високий шанс	-2
	$< 3,0$	низький шанс	-1

**Особливості інтерпретації впливу прогностичного чинника за
величиною коефіцієнта рангової кореляції τ -Кендалла**

Вплив прогностичного чинника	τ -Кендалла	Бал
сильний позитивний вплив	$>+0,30$	+2
помірний позитивний вплив	$0-(+0,30)$	+1
помірний негативний вплив	$0-(-0,30)$	-1
сильний негативний вплив	$>-0,30$	-2

2.10 Статистичний метод

Статистичний аналіз даних виконували, використовуючи програмний засіб IBM SPSS Statistics 27.0.1. Кількісні параметри наведено у форматі середнього вибіркового значення та стандартного відхилення ($M \pm SD$), категоріальні – у вигляді абсолютної кількості випадків (n) та відповідного відсоткового значення (%). Показники між незалежними групами порівнювали застосовуючи непараметричний критерій Краскела-Уолліса. Оцінку функціонального зв'язку між змінними здійснювали за допомогою коефіцієнта рангової кореляції τ -Кендалла та шкали Чеддока [52, 54]. Прогностичну цінність досліджуваних характеристик щодо результату лікування визначали з використанням моделі бінарної логістичної регресії, розраховуючи OR та 95 % довірчі інтервали (CI). Статистично значущими вважали відмінності при рівні ймовірності $p \leq 0,05$.

РОЗДІЛ 3

РОЛЬ АУТОСПОНГІОЗНОЇ ОСТЕОПЛАСТИКИ В СИСТЕМІ ЛІКУВАННЯ ВОГНЕПАЛЬНИХ ПЕРЕЛОМІВ З ДЕФЕКТАМИ КІСТКОВОЇ ТКАНИНИ

3.1 Клінічні результати використання аутологічних кісткових трансплантатів в лікуванні пацієнтів з вогнепальними переломами з дефектами кісткової тканини

У віддаленому післяопераційному періоді середній результат використання аутоспонгіозної остеопластики у обстежених складав $70,05 \pm 15,33$ балів та відповідав хорошим значенням. У більшості пацієнтів – 24 (41,38 %) зафіксовано хороші результати лікування, у 9 (15,52 %) – відмінні, задовільні значення встановлено у 17 (29,31 %) хворих, ще у 8 (13,79 %) обстежених клінічні показники визначали як незадовільні (рис. 3.1).

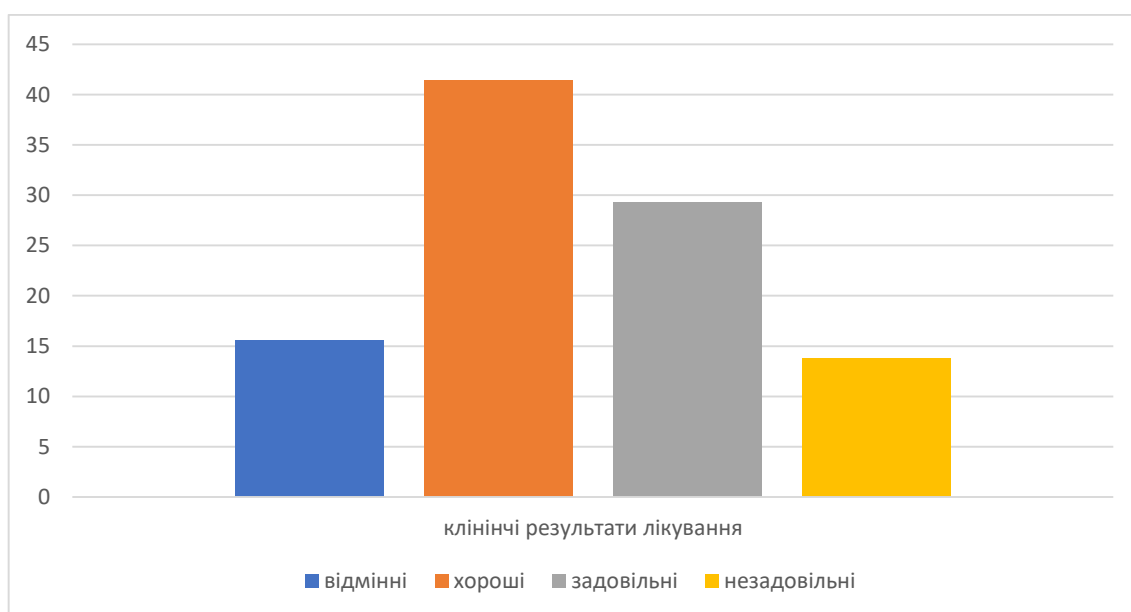


Рис. 3.1 Загальна характеристика клінічних результатів аутоспонгіозної остеопластики пацієнтів досліджуваної групи

Більшість пацієнтів групи – 32 (55,17 %) відмічали нетривалий чи метеотропний характер больового синдрому, у 4 (6,90 %) обстежених біль у віддаленому післяопераційному періоді був відсутній, у 16 (27,59 %) – виникав після навантаження, у 6 (10,34 %) хворих больовий синдром був обумовлений обмеженням функції кінцівки. Середній показник за характеристикою больового синдрому у обстежених становив $14,34 \pm 3,09$ балів.

У 4 (6,90 %) пацієнтів групи спостерігали повне відновлення функції кінцівки. Незначні функціональні обмеження встановлено у 21 (36,20 %) обстеженого групи, більшість пацієнтів – 27 (46,55 %) відзначали потребу в користуванні поручнями. Виражену функціональну обмеженість та користування тростиною зафіксовано у 4 (6,90 %) хворих групи, 2 (3,45 %) пацієнтів використовували милиці або ортез. Середній результат за категорією «Функція» складав $13,45 \pm 3,41$ балів.

Середній показник за категорією «Рухи в суглобі» становив $13,45 \pm 4,15$ балів. Відсутність обмеження обсягу рухів встановлено у 7 (12,07 %) пацієнтів, 24 (41,38 %) обстежених відмічали помірні обмеження обсягу рухів в діапазоні 80° , незначні обмеження в діапазоні 100° встановлено у 19 (32,76 %) поранених, у 5 (8,62 %) хворих зафіксовано обмеження в діапазоні 60° , у 3 (5,17 %) осіб спостерігали виражені обмеження обсягу рухів в діапазоні 40° .

За категорією «Працездатність» середній результат обстежених хворих складав $7,55 \pm 1,45$ балів. У більшості – 28 (48,28 %) поранених працездатність була збережена, проте пов'язана з певними труднощами, у 20 (34,48 %) осіб групи працездатність була порушеною, 1 (1,72 %) пацієнт потребував переведення на більш легкі умови праці. Відновлення працездатності до рівня, який був до травми, відмічали 9 (15,52 %) обстежених.

Згідно рентгенологічних даних консолідацію уламків за відсутності осьових порушень встановлено у 7 (12,07 %) пацієнтів групи, у більшості – 26 (44,83 %) спостерігали збереження девіації до 5° або до 0,5 см зміщення. У 17 (29,31 %) пацієнтів встановлено рентгенологічні ознаки девіації до 10° або до 2 см зміщення, у 3 (5,17 %) осіб – до 15° девіації або до 3 см зміщення. Ознаки

консолідації фрагментів з деформацією зафіксовано у 5 (8,62 %) обстежених групи. Середній показник лікування згідно рентгенологічних критеріїв становив $10,40 \pm 3,19$ балів.

Аналізуючи анатомічні характеристики ураженого сегмента, ознаки м'язової гіпотрофії зафіксовано у 9 (15,52 %) хворих, у 29 (50,00 %) пацієнтів встановлено девіацію сегмента до 5° або зміщення до 0,5 см. Наявність девіації до 10° або зміщення до 2 см встановлено у 12 (20,69 %) пацієнтів, у 5 (8,62 %) – до 15° девіації або до 3 см зміщення, у 3 (5,17 %) осіб групи встановлено ознаки консолідації фрагментів з деформацією. За категорію «Анатомія» середній результат лікування обстежених пацієнтів становив $10,86 \pm 3,07$ балів.

Середній сумарний результат аутоспонгіозної остеопластики пацієнтів з відмінними показниками становив – $88,00 \pm 2,00$ балів, у осіб з хорошими значеннями – $77,92 \pm 4,22$ балів, $63,06 \pm 4,92$ балів – у обстежених з задовільними показниками та $41,13 \pm 9,67$ балів – у хворих з незадовільними результатами.

Графічно отримані результати відображено на рисунку 3.2. Цифрові показники, встановлені за розглянутими категоріями, у групах, сформованих з урахуванням клінічного результату лікування, наведено у Додатку В-1.

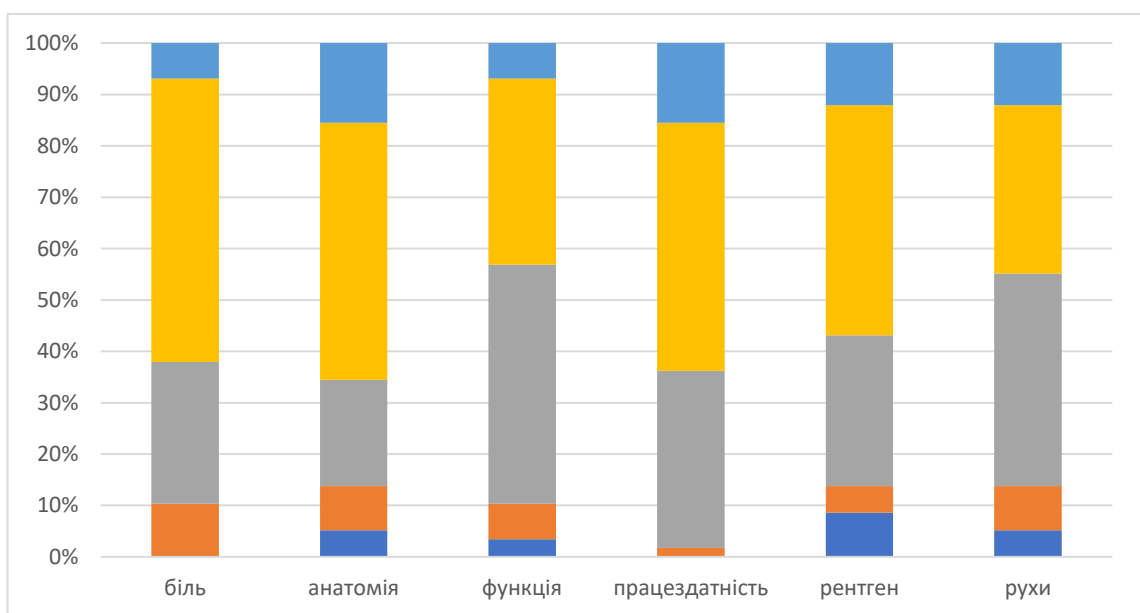


Рис. 3.2 Категоріальна характеристика клінічних результатів лікування пацієнтів досліджуваної групи (пояснення в тексті)

В подальшому у сформованих групах проводили аналіз основних факторів ризику, обумовлених характером пошкодження.

Відповідно до класифікації Gustilo-Anderson у 12 (20,69 %) пацієнтів діагностовано відкриті переломи типу II, у переважної більшості обстежених групи – 46 (79,31 %) встановлено переломи типу III, у тому числі тип IIIA спостерігали у 19 (32,76 %) осіб, тип IIIB – у 22 (37,93 %) поранених, тип IIIC – у 5 (8,62 %) хворих (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Характеристика клінічних результатів аутоспонгіозної остеопластики з урахуванням типу пошкодження згідно класифікації Gustilo-Anderson

Тип перелому	Клінічні результати лікування				p
	відмінні (n=9)	хороші (n=24)	задовільні (n=17)	незадовільні (n=8)	
II	6 (66,67 %)	6 (25,00 %)	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	0,0004*
III	3 (33,33 %)	18 (75,00 %)	17 (100,00 %)	8 (100,00 %)	0,0004*
IIIA	3 (33,33 %)	12 (50,00 %)	4 (23,53 %)	0 (0,00 %)	0,053*
IIIB	0 (0,00 %)	6 (25,00 %)	11 (64,71 %)	5 (62,50 %)	0,003*
IIIC	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	2 (11,76 %)	3 (37,50 %)	0,009*

*Примітка. Доведено статистично значущу відмінність показників при $p \leq 0,05$.

Відкриті переломи типу II встановлено у переважної більшості пацієнтів з відмінними результатами лікування – 6 (66,67 %) та 6 (25,00 %) хворих з хорошими клінічними показниками, у групах пацієнтів з задовільними та незадовільними значеннями вказаний тип пошкодження не фіксували, відмінність статистично значуща ($p=0,0004$). Окрім того, у обстежених з переломами типу II доведено достовірно кращі клінічні результати лікування ($\tau=+0,49$, $p=0,00000007$), натомість за наявності пошкоджень типу III, встановлено значущо гірші клінічні показники аутологічної кісткової трансплантації у віддаленому післяопераційному періоді ($\tau=-0,49$,

$p=0,00000007$), що підтверджено відповідними кореляційними зв'язками помірної сили.

Тип III пошкодження встановлено у всіх обстежених з задовільними та незадовільними результатами лікування – 17 (100,00 %) та 8 (100,00 %) відповідно, переважної більшості хворих з хорошими клінічними показниками – 18 (75,00 %) та 3 (33,33 %) обстежених з відмінними значеннями. При порівнянні доведено достовірну відмінність отриманих результатів ($p=0,0004$).

Відкриті переломи типу IIIA діагностовано у більшості пацієнтів з хорошими результатами лікування – 12 (50,00 %), 3 (33,33 %) хворих з відмінними значеннями та 4 (23,53 %) осіб з задовільними клінічними показниками, відмінність частотних характеристик достовірна ($p=0,05$). Наявність пошкодження типу IIIA у обстежених асоційована з достовірно кращими клінічними показниками аутоспонгіозної остеопластики ($\tau=+0,27$, $p=0,002$).

Пошкодження типу IIIB встановлено у переважної більшості пацієнтів з задовільними та незадовільними результатами лікування – 11 (64,71 %) та 5 (62,50 %) відповідно, а також 6 (25,00 %) хворих з хорошими клінічними показниками. Відмінність частотних характеристик статистично значуща ($p=0,003$). Доведено достовірно гірші клінічні результати аутологічної кісткової трансплантації у віддаленому післяопераційному періоді за наявності пошкоджень типу IIIB, що підтверджено зворотнім помірним кореляційним зв'язком ($\tau=-0,47$, $p=0,0000001$).

У 2 (11,76 %) хворих з задовільними результатами лікування та 3 (37,50 %) пацієнтів з незадовільними клінічними показниками переломи при первинному зверненні класифікували як тип IIIC, у пацієнтів з відмінними та хорошими результатами зазначений тип не діагностували у жодному випадку, відмінність частотних показників достовірна ($p=0,009$). Окрім того, між досліджуваними показниками встановлено статистично значущий зворотний помірний кореляційний зв'язок ($\tau=-0,34$, $p=0,0002$), що свідчить про

формування достовірно гірших результатів аутоспонгіозної остеопластики у пацієнтів з пошкодженнями типу ІІС.

Графічно характеристику типів пошкодження за Gustilo-Anderson з урахуванням клінічних результатів аутоспонгіозної остеопластики відображено на рисунку 3.3.

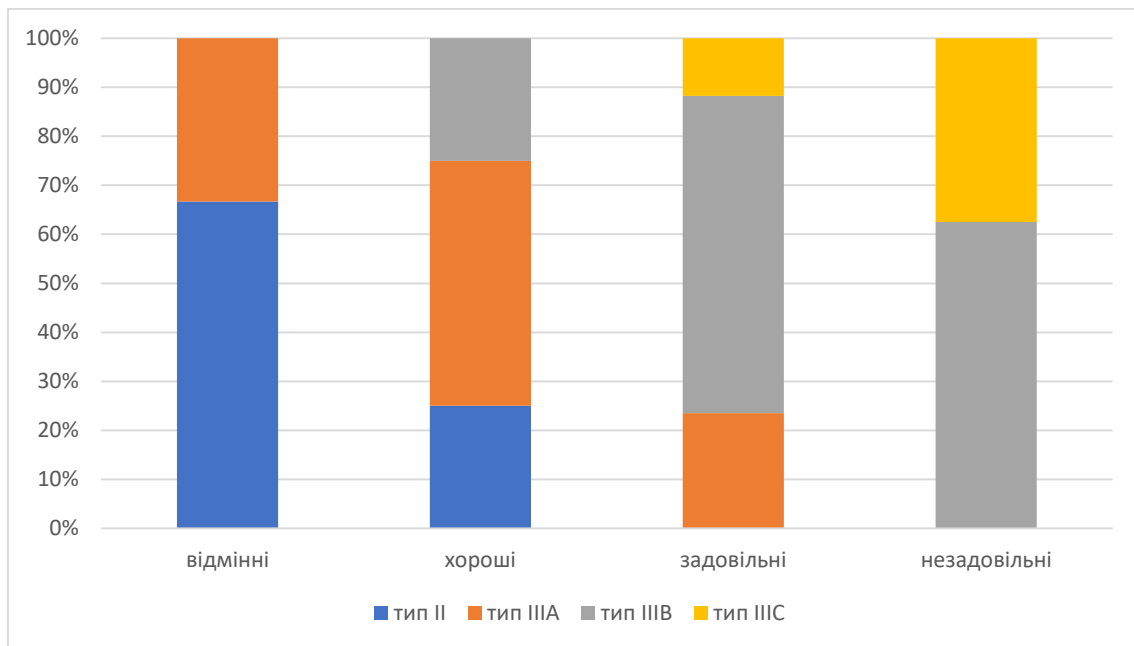


Рис. 3.3 Характеристика типів пошкодження за Gustilo-Anderson з урахуванням клінічних результатів аутоспонгіозної остеопластики

Наступним етапом оцінювали величину та локалізацію кісткових дефектів, встановлених при первинному зверненні.

У пацієнтів досліджуваної групи середній розмір дефекту трубчастої кістки становив $5,14 \pm 2,16$ см. Найбільші значення показника встановлено у осіб з незадовільними результатами лікування – $9,13 \pm 1,55$ см, у пацієнтів з відмінними значеннями досліджуваній показник складав $3,11 \pm 1,27$ см, $4,21 \pm 0,83$ см – у хворих з хорошими результатами та $5,65 \pm 1,37$ см – у обстежених з задовільними клінічними значеннями (табл. 3.2). При порівнянні отриманих показників доведено їх статистично значущу відмінність ($p \leq 0,00001$). Окрім того, достовірно гірші клінічні результати аутологічної

кісткової трансплантації у віддаленому післяопераційному періоді доведено у пацієнтів з більшими розмірами дефекту ($\tau=-0,70$, $p\leq 0,000001$) (рис. 3.4).

Таблиця 3.2

Характеристика клінічних результатів аутоспонгіозної остеопластики з урахуванням розміру кісткового дефекту

Розмір дефекту	Клінічні результати лікування				p
	відмінні (n=9)	хороші (n=24)	задовільні (n=17)	незадовільні (n=8)	
M±SD	3,11±1,27	4,21±0,83	5,65±1,37	9,13±1,55	≤0,00001*
< 3 см	4 (44,44 %)	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	≤0,00001*
3-5 см	5 (55,56 %)	23 (95,83 %)	8 (47,06 %)	0 (0,00 %)	≤0,00001*
> 5 см	0 (0,00 %)	1 (4,17 %)	9 (52,94 %)	8 (100,00 %)	≤0,00001*

*Примітка. Доведено статистично значущу відмінність показників при $p\leq 0,05$.

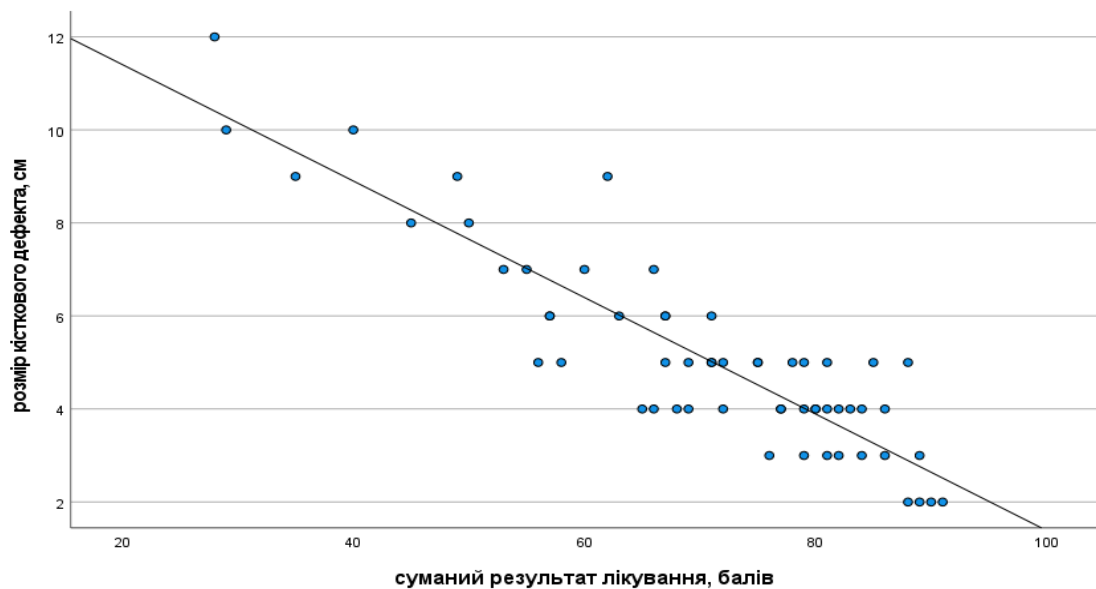


Рис. 3.4 Діаграма розсіювання сумарних результатів лікування залежно від розміру кісткового дефекту

У 4 (6,90 %) обстежених групи спостерігали кісткові дефекти розміром до 3 см, вказані ознаки зареєстровано лише у групі пацієнтів з відмінними

результатами лікування – 4 (44,44 %), у обстежених решти груп розмір дефекту перевищував вказані значення, відмінність частотних показників достовірна ($p \leq 0,00001$). Наявність кісткового дефекту < 3 см у обстежених асоційована з кращими клінічними результатами аутоспонгіозної остеопластики ($\tau = +0,36$, $p = 0,00007$).

У 36 (62,07 %) пацієнтів групи встановлено дефекти кістки розміром 3-5 см, які зафіксовано у переважної більшості пацієнтів з хорошими та відмінними клінічними показниками – 23 (95,83 %) та 5 (55,56 %) відповідно, та 8 (47,06 %) обстежених з задовільними результатами лікування, відмінність статистично значуща ($p \leq 0,00001$). У пацієнтів з кістковими дефектами розміром 3-5 см доведено достовірно кращі клінічні результати лікування у віддаленому періоді, що підтверджено прямим помірним кореляційним зв'язком між показниками ($\tau = +0,40$, $p = 0,00001$).

Кісткові дефекти розміром більше 5 см встановлено у 18 (31,03 %) пацієнтів групи, зокрема подібні ознаки спостерігали у всіх пацієнтів з незадовільними результатами лікування – 8 (100,00 %), 9 (52,94 %) осіб з задовільними показниками та 1 (4,17 %) хворого з хорошим результатом, відмінність частотних характеристик достовірна ($p \leq 0,00001$). У пацієнтів з кістковими дефектами розміром більше 5 см доведено формування достовірно гірших клінічних результатів аутологічної кісткової трансплантації у віддаленому післяопераційному періоді ($\tau = -0,61$, $p = 0,00000000001$).

Аналізуючи клінічні результати аутоспонгіозної остеопластики з урахуванням типу пошкодження відповідно до класифікації дефектів довгих кісток при бойовій травмі кінцівок, кісткові дефекти типу В, зокрема тип В3 встановлено у 9 (15,52 %) пацієнтів групи (табл. 3.3.). Дефекти кістки, для яких характерний обмежений контакт фрагментів з анатомічним вкороченням, спостерігали у 4 (44,45 %) обстежених з відмінними результатами лікування та 5 (20,83 %) пацієнтів з хорошими показниками, при порівнянні частотних характеристик доведено статистично значущу відмінність ($p = 0,01$) (рис. 3.5). Окрім того, у пацієнтів з кістковими дефектами типу В3 встановлено

достовірно кращі клінічні результати аутоспонгіозної остеопластики у віддаленому післяопераційному періоді ($\tau=+0,43$, $p=0,000002$), що підтверджено прямим помірним кореляційним зв'язком між досліджуваними ознаками.

Таблиця 3.3

Характеристика клінічних результатів аутоспонгіозної остеопластики з урахуванням типу дефекту довгих кісток

Тип дефекту	Клінічні результати лікування				p
	відмінні (n=9)	хороші (n=24)	задовільні (n=17)	незадовільні (n=8)	
В3	4 (44,45 %)	5 (20,83 %)	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	0,01*
С-тип	5 (55,55 %)	19 (79,17 %)	17 (100,00 %)	8 (100,00 %)	0,01*
С1	3 (33,33 %)	10 (41,67 %)	4 (23,53 %)	0 (0,00 %)	0,15
С2	2 (22,22 %)	9 (37,50 %)	7 (41,18 %)	4 (50,00 %)	0,68
С3	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	6 (35,29 %)	4 (50,00 %)	0,0009*

*Примітка. Доведено статистично значущу відмінність показників при $p \leq 0,05$.

У переважної більшості обстежених – 49 (84,48 %) встановлено кісткові дефекти типу С, які діагностовано у 5 (55,55 %) хворих з відмінними результатами лікування, 19 (79,17 %) пацієнтів з хорошими значеннями та всіх пацієнтів з задовільними та незадовільними показниками лікування – 17 (100,00 %) та 8 (100,00 %) відповідно.

Дефекти типу С1 встановлено у 17 (29,31 %) хворих групи. Сегментарні дефекти без вкорочення спостерігали у 3 (33,33 %) пацієнтів з відмінними результатами, 10 (41,67 %) хворих з хорошими показниками та 4 (23,53 %) осіб з задовільними значеннями, відмінність недостовірна ($p=0,15$). Проте, доведено, що наявність кісткового дефекту типу С1 у пацієнтів досліджуваної групи асоційована з кращими клінічними результатами лікування ($\tau=+0,24$, $p=0,007$).

Тип С2 кісткового дефекту зафіксовано у 22 (37,93 %) хворих групи. Сегментарні дефекти з укороченням встановлено у 2 (22,22 %) обстежених з відмінними результатами, 9 (37,5 %) пацієнтів з хорошими показниками, 7 (41,18 %) осіб з задовільними значеннями та 4 (50,00 %) хворих з незадовільними показниками. Достовірної відмінності частотних характеристик не доведено ($p=0,68$), проте між досліджуваними ознаками встановлено статистично значущий зворотний слабкий кореляційний зв'язок, що свідчить про формування гірших клінічних результатів у пацієнтів з кістковими дефектами типу С2 ($\tau=-0,18$, $p=0,047$).

У 10 (17,24 %) обстежених групи кісткові дефекти визначали як субтотальні. Кісткові дефекти типу С3 встановлено у 6 (35,29 %) пацієнтів з задовільними результатами лікування та 4 (50,00 %) хворих з незадовільними значеннями, відмінність показників статистично значуща ($p=0,0009$). У хворих з кістковими дефектами типу С3 встановлено достовірно гірші результати аутологічної кісткової трансплантації у віддаленому післяопераційному періоді, що підтверджено зворотним помірним кореляційним зв'язком між досліджуваними ознаками ($\tau=-0,47$, $p=0,0000001$).

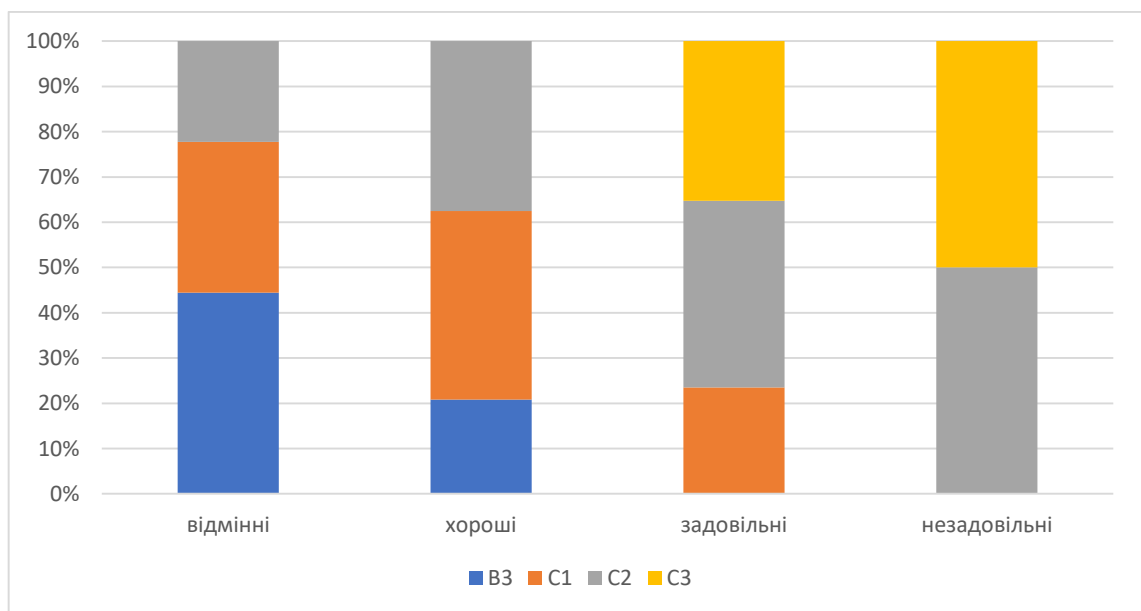


Рис. 3.5 Характеристика типів дефектів довгих кісток з урахуванням клінічних результатів аутоспонгіозної остеопластики

Згідно класифікації Tetsworth у 26 (44,83 %) обстежених групи встановлено кісткові дефекти типу D3 А, які зафіксовано у переважної більшості пацієнтів з відмінними та хорошими клінічними результатами лікування – 7 (77,78 %) та 15 (62,50 %) відповідно, а також 4 (23,53 %) хворих з задовільними показниками, відмінність достовірна ($p=0,001$) (табл. 3.4, рис. 3.6). Доведено, що наявність помірних кісткових дефектів розміром від 2 до 4 см у обстежених пов'язана з достовірно кращими результатами лікування ($\tau=+0,53$, $p=0,000000004$).

Таблиця 3.4

Характеристика клінічних результатів аутоспонгіозної остеопластики з урахуванням типу кісткового дефекту згідно класифікації Tetsworth

Тип	Клінічні результати лікування				p
	відмінні (n=9)	хороші (n=24)	задовільні (n=17)	незадовільні (n=8)	
D3 А	7 (77,78 %)	15 (62,50 %)	4 (23,53 %)	0 (0,00 %)	0,001*
D3 В	2 (22,22 %)	9 (37,50 %)	12 (70,59 %)	1 (12,50 %)	0,02*
D3 С	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	1 (5,88 %)	7 (87,50 %)	$\leq 0,00001$ *

*Примітка. Доведено статистично значущу відмінність показників при $p \leq 0,05$.

Кісткові дефекти типу D3 В спостерігали у 24 (41,38 %) хворих групи. Великі кісткові дефекти від 4 до 8 см встановлено у переважної більшості пацієнтів з задовільними результатами лікування – 12 (70,59 %), 2 (22,22 %) хворих з відмінними показниками, 9 (37,50 %) обстежених з хорошими значеннями та 1 (12,50 %) обстеженого з незадовільними клінічними показниками, відмінність частотних характеристик достовірна ($p=0,02$). У пацієнтів з кістковими дефектами типу D3 В доведено достовірно гірші клінічні результати аутологічної кісткової трансплантації у віддаленому післяопераційному періоді, що підтверджено зворотним слабким кореляційним зв'язком між досліджуваними ознаками ($\tau=-0,20$, $p=0,03$).

У 8 (13,79 %) пацієнтів групи зафіксовано масивні кісткові дефекти, розмір яких перевищував 8 см. Кісткові дефекти типу D3 C встановлено у переважної більшості пацієнтів з задовільними результатами лікування – 7 (87,50 %) та 1 (5,88 %) хворого з хорошими клінічними показниками, відмінність частотних характеристик достовірна ($p \leq 0,00001$). Окрім того, наявність масивних кісткових дефектів у пацієнтів досліджуваної групи пов'язана з формуванням достовірно гірших результатів аутоспонгіозної остеопластики ($\tau = -0,48$, $p = 0,0000001$).

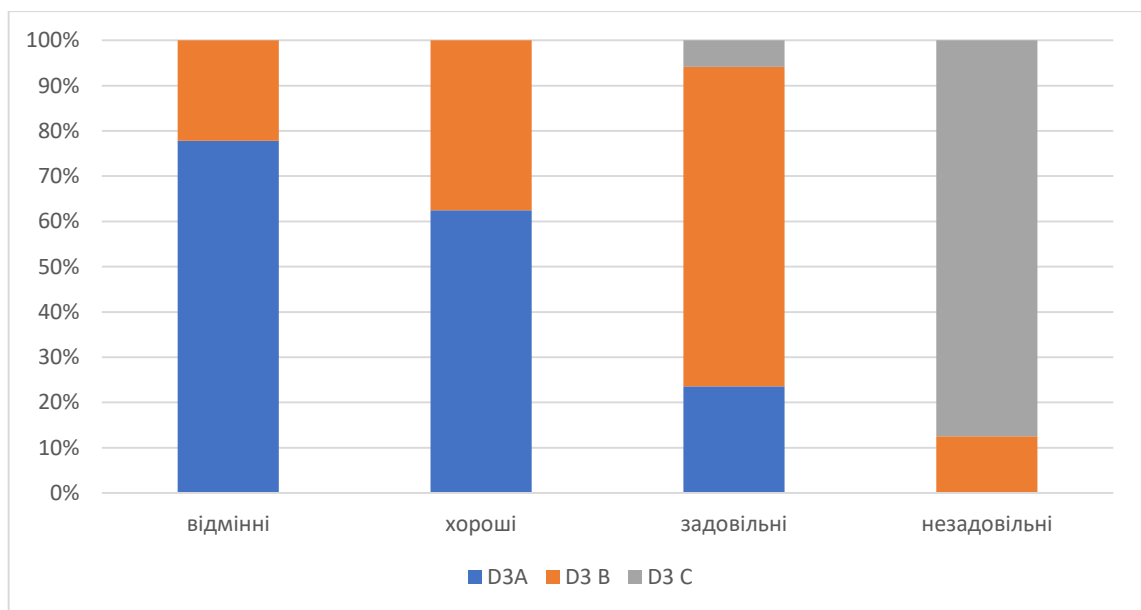


Рис. 3.6 Характеристика типів пошкодження згідно класифікації Tetsworth з урахуванням клінічних результатів аутоспонгіозної остеопластики

Оцінюючи локалізацію кісткового дефекту, вогнепальні переломи плечової кістки встановлено у 16 (27,59 %) пацієнтів групи, ще у 16 (27,59 %) поранених спостерігали пошкодження кісток передпліччя (табл. 3.5). Вогнепальні переломи стегнової кістки з дефектами кісткової тканини зафіксовано у 12 (20,69 %) обстежених, у 18 (31,03 %) хворих діагностовано поранення кісток гомілки. Достовірної відмінності показників локалізації кісткового дефекту з урахуванням клінічного результату аутоспонгіозної остеопластики не доведено ($p > 0,05$). Кореляційні зв'язки між клінічними

результатами аутологічної кісткової трансплантації у віддаленому післяопераційному періоді та локалізацією кісткового дефекту в плечовій ($\tau=+0,11$, $p=0,24$), стегновій ($\tau=-0,16$, $p=0,08$) кістках та кістках передпліччя ($\tau=-0,004$, $p=0,97$), гомілки ($\tau=+0,09$, $p=0,31$) статистично незначущі.

Таблиця 3.5

Характеристика клінічних результатів аутоспонгіозної остеопластики з урахуванням локалізації кісткового дефекту

Сегмент локалізації перелому	Клінічні результати лікування				p
	відмінні (n=9)	хороші (n=24)	задовільні (n=17)	незадовільні (n=8)	
плече	3 (33,33 %)	6 (25,00 %)	6 (35,29 %)	1 (12,50 %)	0,66
передпліччя	1 (11,11 %)	8 (33,33 %)	6 (35,29 %)	1 (12,50 %)	0,39
стегно	1 (11,11 %)	4 (16,67 %)	5 (29,41 %)	2 (25,00 %)	0,66
гомілка	4 (44,44 %)	9 (37,50 %)	1 (5,89 %)	4 (50,00 %)	0,06

Наступним етапом нами проведено аналіз персоніфікованих факторів ризику та чинників, пов'язаних з проведенням втручання.

Середній вік обстежених пацієнтів склав $39,09 \pm 9,04$ років. Найменші значення середнього показника віку встановлено у осіб з відмінними результатами лікування – $32,78 \pm 4,99$ років, у пацієнтів з хорошими та задовільними значеннями досліджуваного показника становив – $38,04 \pm 9,12$ років та $39,76 \pm 8,86$ років відповідно, найвищі значення зафіксовано у обстежених з незадовільними клінічними показниками – $47,88 \pm 6,33$ років (табл. 3.6). При порівнянні показників віку у сформованих групах доведено їх статистично значущу відмінність ($p=0,006$). Окрім того, між показниками віку та клінічними результатами лікування встановлено зворотний помірний кореляційний зв'язок ($\tau=-0,31$, $p=0,0006$), що свідчить про достовірно гірші результати лікування у старших хворих (рис. 3.7).

**Характеристика клінічних результатів аутоспонгіозної остеопластики з
урахуванням персоніфікованих факторів**

Фактор ризику	Клінічні результати лікування				p
	відмінні (n=9)	хороші (n=24)	задовільні (n=17)	незадовільні (n=8)	
вік, років	32,78±4,99	38,04±9,12	39,76±8,86	47,88±6,33	0,006*
18-45 pp.	9 (100,00 %)	18 (75,00 %)	12 (70,59 %)	2 (25,00 %)	0,008*
46-60 pp.	0 (0,00 %)	6 (25,00 %)	5 (29,41 %)	6 (75,00 %)	0,008*
куріння	5 (55,56 %)	18 (75,00 %)	15 (88,24 %)	7 (87,50 %)	0,25

*Примітка. Доведено статистично значущу відмінність показників при $p \leq 0,05$.

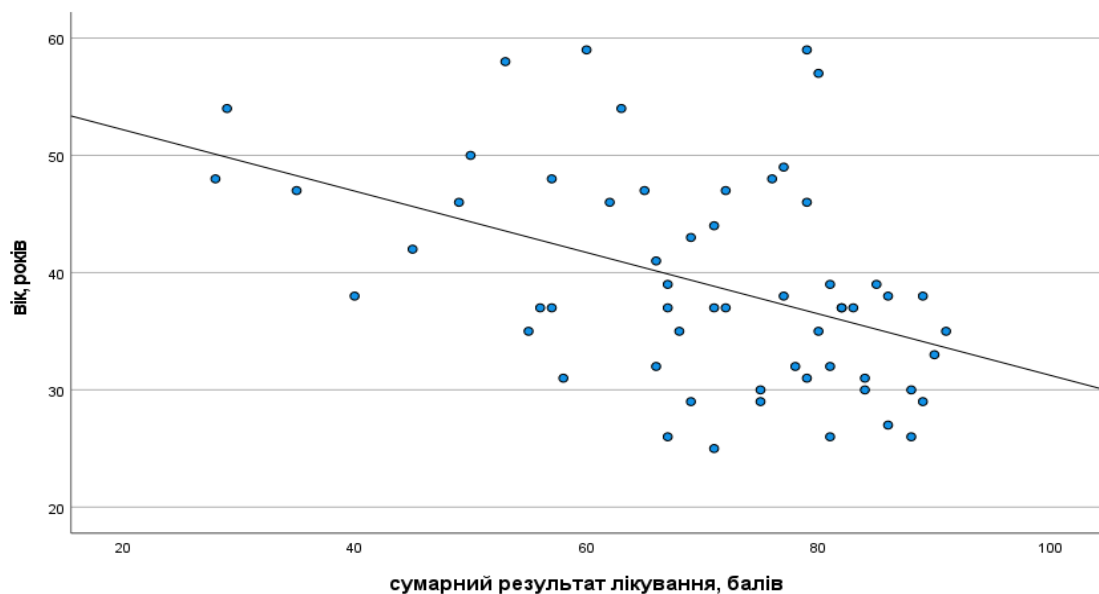


Рис. 3.7 Діаграма розсіювання показників віку обстежених з урахуванням клінічних результатів аутоспонгіозної остеопластики

Переважає більшість обстежених хворих – 41 (70,69 %) були особами віком 18-45 років, вік старше 46 років встановлено у 17 (29,31 %) пацієнтів групи. Вік 18-45 років зафіксовано у всіх пацієнтів з відмінними результатами лікування – 9 (100,00 %), переважної більшості обстежених з хорошими та

задовільними значеннями – 18 (75,00 %) та 12 (70,59 %) відповідно, а також у 2 (25,00 %) хворих з незадовільними клінічними показниками.

Вік в межах 46-60 років встановлено у переважної більшості обстежених з незадовільними клінічними результатами – 6 (75,00 %), а також 6 (25,00 %) хворих з хорошими значеннями та 5 (29,41 %) осіб з задовільними показниками лікування.

При порівнянні частотних показників, які характеризували вік 18-45 років та вік 46-60 років у сформованих групах доведено статистично значущу відмінність ($p=0,008$). Окрім того, у пацієнтів віком 46-60 років доведено достовірно гірші клінічні показники у віддаленому післяопераційному періоді ($\tau=-0,35$, $p=0,0001$), на противагу цьому, достовірно кращі клінічні результати аутологічної кісткової трансплантації встановлено у осіб віком 18-45 років ($\tau=+0,35$, $p=0,0001$).

Окрім того, оцінювали частоту цукрового діабету у обстежених хворих, проте ознак захворювання не зафіксовано у жодному випадку.

Доведеним фактором ризику розладів остеорепації є куріння. Переважна більшість пацієнтів групи були курцями – 45 (77,59 %). Зазначений фактор встановлено у переважної більшості обстежених усіх груп – 5 (55,56 %) осіб з відмінними результатами, 18 (75,00 %) хворих з хорошими показниками, 15 (88,24 %) пацієнтів з задовільними значеннями та ще 7 (87,50 %) обстежених з незадовільними показниками. При порівнянні частотних характеристик статистично значущої відмінності не доведено ($p=0,25$), проте у курців доведено формування достовірно гірших клінічних результатів лікування у віддаленому післяопераційному періоді, що підтверджено зворотним слабким кореляційним зв'язком між ознаками ($\tau=-0,18$, $p=0,045$).

Аналізуючи фактори ризику, обумовлені проведенням лікуванням, нами встановлено, що середня тривалість операції складала $52,67 \pm 32,09$ хв. Найвищі значення середнього показника встановлено у осіб з незадовільними результатами лікування – $70,63 \pm 45,78$ хв., у обстежених з відмінним значеннями досліджуваній показник складав $54,44 \pm 24,55$ хв., $48,54 \pm 35,37$ хв.

– у пацієнтів з хорошими показниками та $49,12 \pm 21,23$ хв. – у хворих з задовільними результатами (табл. 3.7). Відмінність показників недостовірною ($p=0,31$), проте встановлено статистично значущий кореляційний зв'язок ($\tau=-0,18$, $p=0,05$) наявності якого свідчить про достовірні кращі результати лікування за меншої тривалості оперативного втручання.

Таблиця 3.7

Характеристика клінічних результатів аутоспонгіозної остеопластики з урахуванням особливостей проведеного лікування

Фактор ризику	Клінічні результати лікування				p
	відмінні (n=9)	хороші (n=24)	задовільні (n=17)	незадовільні (n=8)	
тривалість операції, хв.	$54,44 \pm 24,55$	$48,54 \pm 35,37$	$49,12 \pm 21,23$	$70,63 \pm 45,78$	0,31
гемотрансфузія	0 (0,00 %)	2 (8,33 %)	2 (11,76 %)	2 (25,00 %)	0,39
рівень Hb до операції, г/л	$113,89 \pm 17,24$	$117,88 \pm 17,93$	$108,53 \pm 16,17$	$108,63 \pm 21,82$	0,33
< 100 г/л	1 (11,11 %)	4 (16,67 %)	6 (35,29 %)	4 (50,00 %)	0,16
рівень Hb після операції, г/л	$105,56 \pm 16,82$	$113,58 \pm 15,13$	$99,06 \pm 12,70$	$103,38 \pm 17,67$	0,03*
< 100 г/л	4 (44,44 %)	4 (16,67 %)	10 (58,82 %)	3 (37,50 %)	0,05*
клас ASA	$2,56 \pm 0,53$	$2,54 \pm 0,51$	$2,71 \pm 0,47$	$2,88 \pm 0,35$	0,33
клас 1-2	4 (44,44 %)	11 (45,83 %)	5 (29,41 %)	1 (12,50 %)	0,33
клас 3-4	5 (55,56 %)	13 (54,17 %)	12 (70,59 %)	7 (87,50 %)	0,33

*Примітка. Доведено статистично значущу відмінність показників при $p \leq 0,05$.

Гемотрансфузійну терапію виконано 6 (10,34 %) пацієнтам групи. Зокрема зазначений фактор зафіксовано у 2 (8,33 %) обстежених з хорошими результатами лікування, 2 (11,76 %) осіб з задовільними показниками та 2 (25,00 %) хворих з незадовільними значеннями, статистично значущої відмінності характеристик не доведено ($p=0,39$). Проте, виконання гемотрансфузій асоційовано з достовірно гіршими клінічними результатами аутологічної кісткової трансплантації, що підтверджено зворотним слабким кореляційним зв'язком між показниками ($\tau=-0,24$, $p=0,007$).

Середній рівень Нб, встановлений до операції, складав $113,24 \pm 17,95$ г/л. Найвищі значення показника встановлено у осіб з хорошими та відмінними результатами лікування – $117,88 \pm 17,93$ г/л та $113,89 \pm 17,24$ г/л відповідно. У хворих з задовільними клінічними показниками середній рівень Нб становив $108,53 \pm 16,17$ г/л, у осіб з незадовільними значеннями – $108,63 \pm 21,82$ г/л. При порівнянні показників Нб, встановлених до операції, у сформованих групах достовірної відмінності не доведено ($p=0,33$). Однак, доведено достовірно кращі клінічні результати лікування у пацієнтів з вищими значеннями Нб, встановленими до хірургічного втручання, що підтверджено прямим слабким кореляційним зв'язком між показниками ($\tau=+0,18$, $p=0,04$).

У 15 (25,86 %) обстежених групи зафіксовано значення Нб < 100 г/л при первинному зверненні. Зокрема значення Нб < 100 г/л встановлено у 1 (11,11 %) хворого з відмінним результатом, 4 (16,67 %) пацієнтів з хорошими показниками, 6 (35,29 %) осіб з задовільними значеннями та 4 (50,00 %) обстежених з незадовільними результатами, відмінність частотних характеристик недостовірна ($p=0,16$). Варто відмітити, що наявність значень Нб < 100 г/л в передопераційному періоді асоційована з достовірно гіршими клінічними результатами аутоспонгіозної остеопластики у віддаленому періоді ($\tau=-0,35$, $p=0,00009$).

Середній показник Нб, встановлений в післяопераційному періоді, становив $106,67 \pm 15,96$ г/л. У пацієнтів з відмінними результатами середній рівень Нб складав $105,56 \pm 16,82$ г/л, найвищі значення спостерігали у осіб з

хорошими клінічними показниками – $113,58 \pm 15,13$ г/л, найменші значення зафіксовано у обстежених з задовільними значеннями – $99,06 \pm 12,70$ г/л, у осіб з незадовільними результатами лікування досліджуваний показник складав $103,38 \pm 17,67$ г/л. При порівнянні показників Нв, встановлених в післяопераційному періоді, у сформованих групах доведено їх достовірну відмінність ($p=0,03$). Окрім того, вищі значення Нв в післяопераційному періоді пов'язані з достовірно кращими клінічними результатами лікування ($\tau=+0,25$, $p=0,006$) (рис. 3.8).

Значення Нв < 100 г/л в післяопераційному періоді спостерігали у 21 (36,21 %) пацієнта групи. Зазначені показники зафіксовано у більшості обстежених з задовільними результатами лікування – 10 (58,82 %), а також 3 (37,50 %) осіб з незадовільними клінічними показниками, 4 (44,44 %) пацієнтів з відмінними результатами та 4 (16,67 %) хворих з хорошими значеннями, відмінність статистично значуща ($p=0,05$). У пацієнтів зі значеннями Нв < 100 г/л, встановленими в післяопераційному періоді, доведено достовірно гірші клінічні результати аутологічної кісткової трансплантації ($\tau=-0,26$, $p=0,004$).

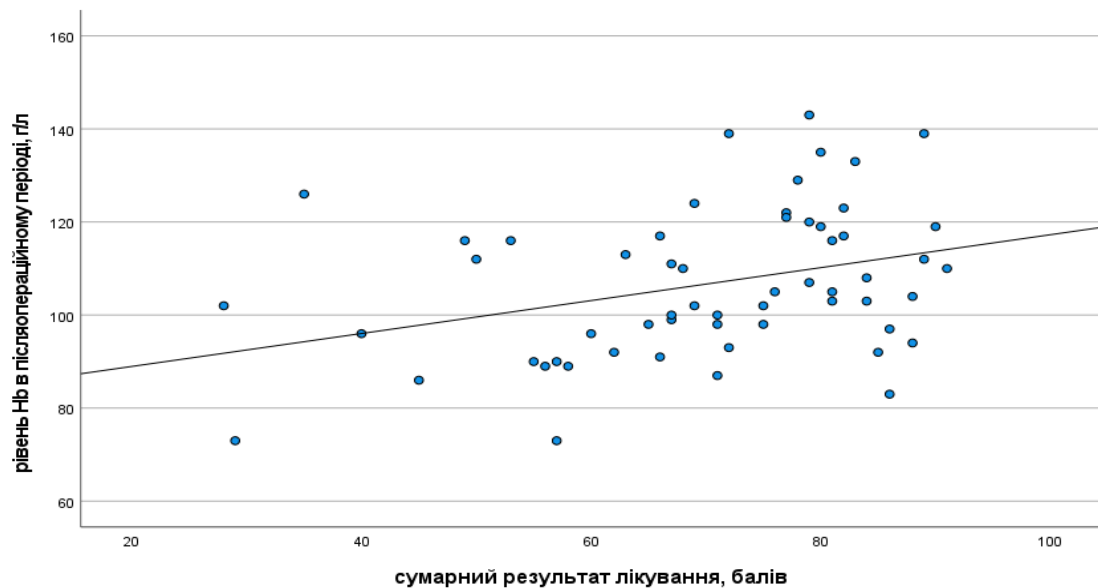


Рис. 3.8 Діаграма розсіювання показників Нв, встановлених в післяопераційному періоді, з урахуванням клінічних результатів лікування

Середній показник фізичного статусу обстежених хворих за класифікацією ASA склав $2,64 \pm 0,48$. Найвищі значення показника встановлено у пацієнтів з незадовільними результатами лікування – $2,88 \pm 0,35$, у осіб з задовільними значеннями вказаний показник становив – $2,71 \pm 0,47$, найменші значення спостерігали у обстежених з хорошими та відмінними клінічними показниками – $2,54 \pm 0,51$ та $2,56 \pm 0,53$ відповідно. Відмінність показників фізичного статусу за ASA у сформованих групах недостовірна ($p=0,33$), проте у пацієнтів з меншими значеннями фізичного статусу за ASA доведено достовірно кращі клінічні результати лікування, що підтверджено зворотним слабким кореляційним зв'язком між досліджуваними характеристиками ($\tau=-0,26$, $p=0,004$).

Клас ASA 1-2 встановлено у 21 (36,21 %) обстеженого групи. Показники фізичного статусу за ASA 1-2 класу спостерігали у 4 (44,44 %) пацієнтів з відмінними результатами лікування, 11 (45,83 %) осіб з хорошими значеннями, 5 (29,41 %) хворих з задовільними показниками та 1 (12,50 %) обстеженого з незадовільним результатом.

У 37 (63,79 %) пацієнтів групи зафіксовано клас фізичного статусу за ASA 3-4. Клас ASA 3-4 встановлено у переважної більшості обстежених усіх груп – 5 (55,56 %) пацієнтів з відмінними результатами, 13 (54,17 %) осіб з хорошими показниками, 12 (70,59 %) хворих з задовільними ознаками та 7 (87,50 %) обстежених з незадовільними результатами лікування.

Відмінність досліджуваних частотних характеристик фізичного статусу пацієнтів за ASA 1-2 класу та 3-4 класу у сформованих групах недостовірна ($p=0,33$). Варто відмітити, що у пацієнтів зі значеннями фізичного статусу за ASA 3-4 класу доведено достовірно гірші результати аутологічної кісткової трансплантації у віддаленому післяопераційному періоді ($\tau=-0,26$, $p=0,004$), натомість значущо кращі клінічні показники лікування, встановлено у осіб зі значеннями фізичного статусу за ASA 1-2 класу ($\tau=+0,26$, $p=0,004$).

3.2 Характеристика клінічних результатів вільної аутоспонгіозної остеопластики вогнепальних переломів з дефектами кісткової тканини, враховуючи видовий спектр збудників інфекційних ускладнень

Мікробіологічне дослідження ран було виконано 47 пацієнтам з вогнепальними переломами з дефектами кісткової тканини. Збудники інфекційних хвороб виділено у 40 (85,11 %) випадках, у 7 (14,89 %) зразках – ріст мікрофлори був відсутнім.

Серед культур, виділених з ран, переважали представники грамнегативної мікрофлори, які зафіксовано у 29 (72,50 %) випадках (табл. 3.8). У видовому складі грамнегативної мікрофлори бойових ран переважали мікроорганізми родини *Enterobacteriaceae*, які виділено у 18 (45,00 %) випадках росту, у 11 (27,50 %) зразках ідентифіковано неферментуючі палички.

Мікроорганізми родини *Enterobacteriaceae* належали у 8 (20,00 %) випадках до роду *Enterobacter*, у 7 (17,50 %) випадках – до роду *Klebsiella*, у 2 (5,00 %) випадках до роду *Proteus*, ще у 1 (2,50 %) випадку до роду *Escherichia*. Серед виділених мікроорганізмів роду *Enterobacter* – у 6 (15,00 %) зразках висіяно *Enterobacter aerogenes*, *Enterobacter cloacae* у 1 (2,50 %), у 1 (2,50 %) випадку збудники не було типовано. Усі виділені мікроорганізми роду *Klebsiella* належали до виду *Klebsiella pneumoniae*. Серед виділених із вогнепальних ран мікроорганізмів роду *Proteus* у 1 (2,50 %) випадку ідентифіковано *Proteus mirabilis*, у 1 (2,50 %) спостереженні збудники не було типовано. Ідентифікованим представником роду *Escherichia* була *Escherichia coli*.

Грамнегативні неферментуючі палички у 6 (15,00 %) випадках належали до роду *Acinetobacter*, у 5 (12,50 %) – до роду *Pseudomonas*. Серед представників роду *Acinetobacter*, *Acinetobacter baumannii* зафіксовано у 4 (10,00 %) випадках, у 2 (5,00 %) випадках збудники не типовані.

Представників роду *Pseudomonas* у 4 (10,00 %) випадках ідентифіковано як *Pseudomonas aeruginosa*, у 1 (2,50 %) випадку типування виконати не вдалося.

Грампозитивні мікроорганізми ідентифіковано у 11 (27,50 %) випадках. Грампозитивні коки, які виділено у 6 (15,00 %) випадках, належали у переважній більшості спостережень – 5 (12,50 %) до роду *Staphylococcus*, ще у 1 (2,50 %) випадку – до роду *Streptococcus*. Серед виділених із вогнепальних ран представників роду *Staphylococcus*, у 3 (7,50 %) випадках збудників ідентифіковано як *Staphylococcus aureus*, у 2 (5,00 %) – як *Staphylococcus haemolyticus*. Представника роду *Streptococcus*, виділеного при мікробіологічному дослідженні бойової рани, ідентифіковано як *Streptococcus viridans*. Грампозитивні палички представлені бактеріями роду *Bacillus* зафіксовано у 5 (12,50 %) посівах: у 4 (10,00 %) випадках виділено *Bacillus cereus*, у 1 (2,50 %) випадку типувати збудника не вдалося.

Графічно результати бактеріологічного дослідження ран відображено на рисунку 3.9.

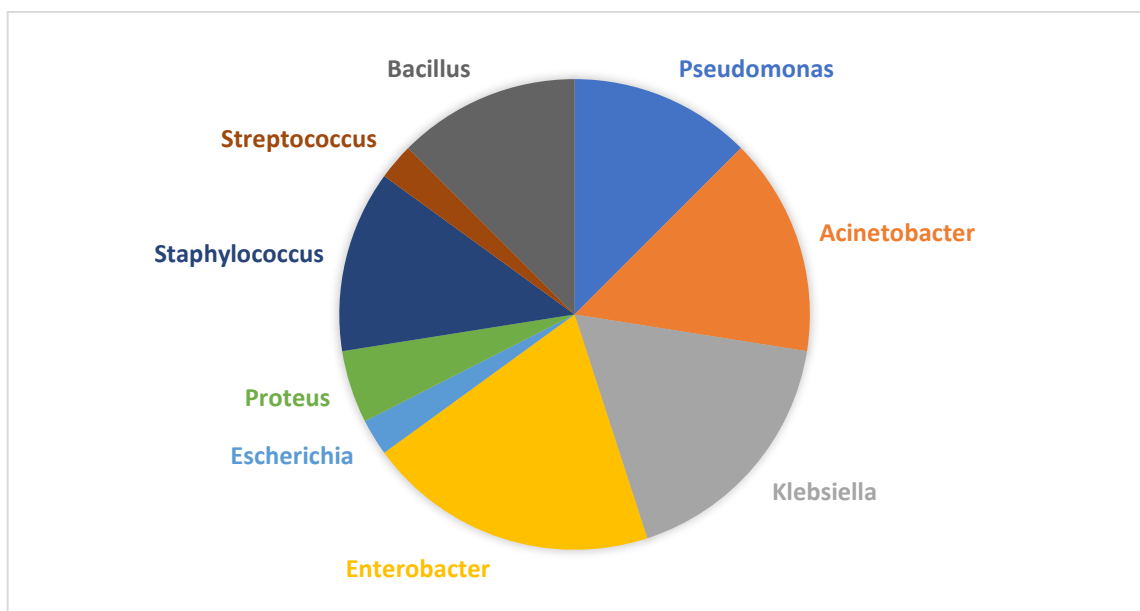


Рис. 3.9 Секторна діаграма результатів бактеріологічного дослідження ран обстежених хворих

Порівняльна характеристика результатів мікробіологічного дослідження бойових ран обстежених хворих

	Клінічні результати лікування				p
	відмінні (n=9)	хороші (n=24)	задовільні (n=17)	незадовільні (n=8)	
Грамнегативні мікроорганізми	0 (0,00 %)	8 (33,33 %)	14 (82,35 %)	7 (87,50 %)	0,008*
родина <i>Enterobacteriaceae</i>	0 (0,00 %)	5 (20,83 %)	8 (47,06 %)	5 (62,50 %)	0,24
рід <i>Enterobacter</i>	0 (0,00 %)	2 (8,33 %)	4 (23,53 %)	2 (25,00 %)	0,74
рід <i>Klebsiella</i>	0 (0,00 %)	1 (4,17 %)	4 (23,53 %)	2 (25,00 %)	0,56
рід <i>Proteus</i>	0 (0,00 %)	1 (4,17 %)	0 (0,00 %)	1 (12,50 %)	0,50
рід <i>Escherichia</i>	0 (0,00 %)	1 (4,17 %)	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	0,45
неферментуючі палички	0 (0,00 %)	3 (12,50 %)	6 (35,29 %)	2 (25,00 %)	0,57
рід <i>Acinetobacter</i>	0 (0,00 %)	2 (8,33 %)	3 (17,65 %)	1 (12,50 %)	0,82
рід <i>Pseudomonas</i>	0 (0,00 %)	1 (4,17 %)	3 (17,65 %)	1 (12,50 %)	0,78
Грамозитивні мікроорганізми	4 (44,44 %)	3 (12,50 %)	3 (17,65 %)	1 (12,50 %)	0,008*
рід <i>Staphylococcus</i>	1 (11,11 %)	2 (8,33 %)	1 (5,88 %)	1 (12,50 %)	0,67
рід <i>Streptococcus</i>	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	1 (5,88 %)	0 (0,00 %)	0,72
рід <i>Bacillus</i>	3 (33,33 %)	1 (4,17 %)	1 (5,88 %)	0 (0,00 %)	0,001*
Мікроорганізми групи ESKAPE	0 (0,00 %)	5 (45,45 %)	12 (70,59 %)	6 (75,00 %)	0,04*

*Примітка. Доведено статистично значущу відмінність показників при $p \leq 0,05$.

Наступним етапом аналізували особливості видового складу мікрофлори ран обстежених з урахуванням клінічного результату лікування.

Представники грамнегативної флори встановлено у переважної більшості пацієнтів з незадовільними та задовільними результатами лікування – 7 (87,50 %) та 14 (82,35 %) відповідно, та 8 (33,33 %) обстежених з хорошими клінічними значеннями, відмінність показників статистично значуща ($p=0,008$). Доведено достовірно гірші клінічні результати аутологічної кісткової трансплантації у віддаленому післяопераційному періоді при контамінації вогнепальних поранень грамнегативною мікрофлорою ($\tau=-0,32$, $p=0,004$).

Мікроорганізми родини *Enterobacteriaceae* зафіксовано у 5 (20,83 %) пацієнтів з хорошими результатами, 8 (47,06 %) осіб з задовільними показниками та більшості обстежених з незадовільними результатами лікування – 5 (62,50 %), відмінність частотних характеристик недостовірна ($p=0,24$). Варто відмітити, що ідентифікація мікроорганізмів родини *Enterobacteriaceae* асоційована з достовірно гіршими клінічними результатами лікування у віддаленому післяопераційному періоді, що підтверджено наявністю зворотного слабкого кореляційного зв'язку між досліджуваними характеристиками ($\tau=-0,26$, $p=0,02$).

Представників роду *Enterobacter* спостерігали у 2 (8,33 %) пацієнтів з хорошими клінічними показниками, 4 (23,53 %) осіб з задовільними та 2 (25,00 %) хворих з незадовільними результатами, відмінність значень недостовірна ($p=0,74$), достовірний кореляційний зв'язок з результатами лікування відсутній ($\tau=-0,15$, $p=0,17$). *Klebsiella pneumoniae* ідентифіковано в ранах 1 (4,17 %) пацієнта з хорошим результатом, 4 (23,53 %) поранених з задовільними показниками та 2 (25,00 %) осіб з незадовільними клінічними результатами, відмінність значень недостовірна ($p=0,56$). Однак, у пацієнтів з ран, яких виділено *Klebsiella pneumoniae*, доведено розвиток достовірно гірших результатів аутоспонгіозної остеопластики у віддаленому післяопераційному періоді ($\tau=-0,22$, $p=0,04$).

У 1 (4,17 %) пацієнта з хорошим результатом лікування та 1 (12,50 %) хворого з незадовільним значенням при мікробіологічному дослідженні ран зафіксовано мікроорганізми родини *Proteus*, відмінність показників недостовірною ($p=0,50$), кореляційний зв'язок незначущий ($\tau=-0,008$, $p=0,94$). *Escherichia coli* зафіксовано у 1 (4,17 %) пацієнта з хорошим результатом лікування, у пацієнтів решти груп досліджуваний збудник не спостерігали, відмінність недостовірною ($p=0,45$), кореляційний зв'язок з клінічними результатами статистично незначущий ($\tau=+0,11$, $p=0,32$).

Серед виділених із вогнепальних ран мікроорганізмів, неферментуючі палички встановлено у 3 (12,50 %) пацієнтів з хорошими результатами лікування, 6 (35,29 %) осіб з задовільними значеннями та 2 (25,00 %) хворих з незадовільними клінічними показниками аутоспонгіозної остеопластики, відмінність статистично незначуща ($p=0,57$), кореляційний зв'язок недостовірний ($\tau=-0,02$, $p=0,83$).

Представники роду *Acinetobacter* ідентифіковано при мікробіологічному дослідженні ран 2 (8,33 %) пацієнтів з хорошими показниками, 3 (17,65 %) хворих з задовільними значеннями та 1 (12,50 %) пораненого з незадовільним результатом, відмінність недостовірною ($p=0,82$), кореляційний зв'язок статистично незначущий ($\tau=+0,01$, $p=0,93$). Достовірної відмінності не зафіксовано у частоті ідентифікації представників роду *Pseudomonas*, яких спостерігали у 1 (4,17 %) хворого з хорошим показником, 3 (17,65 %) обстежених з задовільними значеннями та 1 (12,50 %) пацієнта з незадовільним клінічним результатом ($p=0,78$), кореляційний зв'язок з результатами аутологічної кісткової трансплантації, встановленими у віддаленому післяопераційному періоді, незначущий ($\tau=-0,04$, $p=0,69$).

Грампозитивні мікроорганізми виділено при мікробіологічному дослідженні ран 4 (44,44 %) хворих з відмінними клінічними результатами, 3 (12,50 %) обстежених з хорошими показниками, 3 (17,65 %) пацієнтів з задовільними значеннями та 1 (12,50 %) хворого з незадовільним результатом лікування, відмінність статистично значуща ($p=0,008$). Ідентифікація

представників грампозитивної мікрофлори при мікробіологічному дослідженні бойових ран пов'язана з достовірно кращими клінічними результатами аутологічної кісткової трансплантації, встановленими у відділеному періоді ($\tau=+0,32$, $p=0,004$).

Мікроорганізми роду *Staphylococcus* встановлено у 1 (11,11 %) пацієнта з відмінними результатами лікування, 2 (8,33 %) осіб з хорошими показниками, 1 (5,88 %) хворого з задовільними значеннями та 1 (12,50 %) пораненого з незадовільними показниками, відмінність недостовірна ($p=0,67$), статистично значущий кореляційний зв'язок з результатами аутоспонгіозної остеопластики відсутній ($\tau=+0,13$, $p=0,26$).

У 1 (5,88 %) хворого з задовільними результатами лікування при бактеріологічному дослідженні виділено *Streptococcus viridans*, у пацієнтів решти груп вказаний збудник не спостерігали, відмінність недостовірна ($p=0,72$), кореляційний зв'язок статистично незначущий ($\tau=-0,13$, $p=0,23$).

Бактерії роду *Bacillus* зафіксовано у 3 (33,33 %) пацієнтів з відмінними результатами лікування, 1 (4,17 %) хворого з хорошим клінічним показником та 1 (5,88 %) обстеженого з задовільним значенням, відмінність частотних характеристик статистично значуща ($p=0,001$). Окрім того, у пацієнтів, при мікробіологічному дослідженні ран яких виділено бактерії роду *Bacillus*, доведено достовірно кращі клінічні результати аутологічної кісткової трансплантації у віддаленому післяопераційному періоді, що підтверджено прямим помірним кореляційним зв'язком ($\tau=+0,36$, $p=0,0009$).

Додатково аналізували частоту ідентифікації збудників групи *ESKAPE* у рановому вмісті пацієнтів з вогнепальними пораненнями. Бактерії групи *ESKAPE* спостерігали у 23 (57,50 %) випадках, зокрема у переважній більшості хворих з задовільними та незадовільними клінічними показниками – 12 (70,59 %) та 6 (75,00 %) відповідно, а також 5 (45,45 %) обстежених з хорошими результатами аутологічної кісткової трансплантації. При порівнянні досліджуваних частотних показників з урахуванням клінічного результату лікування доведено їх достовірну відмінність ($p=0,04$). Доведено,

що ідентифікація збудників групи *ESKAPE* при мікробіологічному дослідженні вмісту ран пов'язана зі значущо гіршими результатами аутоспонгіозної остеопластики, що підтверджено зворотнім помірним кореляційним зв'язком між показниками ($\tau=-0,35$, $p=0,002$).

3.3 Прогнозування клінічного результату вільної аутоспонгіозної остеопластики вогнепальних переломів з дефектами кісткової тканини

Прогностична цінність досліджуваних характеристик пошкодження, а також персоніфікованих факторів ризику та мікробіологічних параметрів бойової рани у визначенні клінічного результату вільної аутоспонгіозної остеопластики вогнепальних переломів з дефектами кісткової тканини відображена у таблиці 3.9.

У пацієнтів з пошкодженнями типу II за Gustilo-Anderson встановлено достовірно вищі шанси формування відмінних результатів аутологічної кісткової трансплантації у віддаленому післяопераційному періоді (OR=14,33, CI (2,71-75,68), $p=0,0008$), натомість, наявність відкритого перелому типу III асоційована зі значуще нижчими шансами розвитку відмінних клінічних показників (OR=0,07, CI (0,01-0,37), $p=0,0008$) (табл. 3.9). Достовірно вищі шанси формування хороших клінічних результатів вільної аутоспонгіозної остеопластики зафіксовано у обстежених з відкритими переломами типу IIIA (OR=3,86, CI (1,19-12,54), $p=0,02$). У обстежених з пошкодженнями типу IIIB встановлено достовірно вищий ризик розвитку задовільних результатів аутологічної кісткової трансплантації у віддаленому післяопераційному періоді (OR=5,00, CI (1,45-17,24), $p=0,007$). Окрім того, наявність пошкодження типу IIIC у поранених асоційована зі значуще вищими шансами формування незадовільних результатів аутоспонгіозної остеопластики (OR=14,40, CI (1,84-112,63), $p=0,01$).

Прогностична цінність типів пошкодження за Gustilo-Anderson щодо клінічних результатів аутоспонгіозної остеопластики

Тип	Клінічні результати лікування			
	відмінні	хороші	задовільні	незадовільні
II	p=0,0008 OR=14,33 CI (2,71-75,68)	p=0,50	p=0,002	p=0,04
III	p=0,0008 OR=0,07 CI (0,01-0,37)	p=0,50	p=0,002	p=0,04
IIIA	p=0,97	p=0,02 OR=3,86 CI (1,19-12,54)	p=0,33	p=0,008
IIIB	p=0,002	p=0,08	p=0,007 OR=5,00 CI (1,45-17,24)	p=0,13
IIIC	p=0,18	p=0,02	p=0,59	p=0,01 OR=14,40 CI (1,84-112,63)

Аналізуючи прогностичну цінність розміру кісткового дефекту щодо клінічних результатів аутологічної кісткової трансплантації у віддаленому післяопераційному періоді, нами встановлено достовірно вищі шанси формування відмінних результатів лікування у пацієнтів з кістковими дефектами до 3 см (OR=2,94, CI (6,14-18,14), p=0,00004) (табл. 3.10). Вищі шанси розвитку хороших результатів аутоспонгіозної остеопластики доведено у пацієнтів з кістковими дефектами розміром від 3 до 5 см (OR=37,15, CI (4,26-323,87), p=0,000001). Наявність кісткових дефектів розміром понад 5 см асоційована з вищим ризиком розвитку задовільних результатів лікування

(OR=4,00, CI (1,17-13,72), p=0,02) та нижчими шансами формування хороших клінічних показників (OR=0,04, CI (0,005-0,38), p=0,00005).

Таблиця 3.10

Прогностична цінність розміру кісткового дефекту щодо клінічних результатів аутоспонгіозної остеопластики

Розмір дефекту	Клінічні результати лікування			
	відмінні	хороші	задовільні	незадовільні
< 3 см	p=0,00004 OR=2,94 CI (6,14-18,14)	p=0,03	p=0,09	p=0,27
3-5 см	p=0,66	p=0,000001 OR=37,15 CI (4,26-323,87)	p=0,13	p=0,00003
> 5 см	p=0,006	p=0,00005 OR=0,04 CI (0,005-0,38)	p=0,02 OR=4,00 CI (1,17-13,72)	p=0,000003

У пацієнтів з кістковими дефектами типу В3, встановленими відповідно до класифікації дефектів довгих кісток при бойовій травмі кінцівок, доведено достовірно вищі шанси розвитку відмінних результатів аутоспонгіозної остеопластики у віддаленому післяопераційному періоді (OR=7,04, CI (1,36-36,40), p=0,02) (табл. 3.11). Натомість, наявність пошкоджень типу С асоційована з нижчими шансами формування відмінних клінічних показників у віддаленому періоді після аутологічної кісткової трансплантації (OR=0,14, CI (0,03-0,73), p=0,02). У пацієнтів з кістковими дефектами типу С3 встановлено достовірно вищий ризик розвитку задовільних (OR=5,05, CI (1,17-21,83), p=0,02) та незадовільних (OR=7,33, CI (1,39-38,70), p=0,02) результатів аутоспонгіозної остеопластики у віддаленому періоді.

Таблиця 3.11

Прогностична цінність типу дефекту довгих кісток при бойовій травмі кінцівок щодо клінічних результатів аутоспонгіозної остеопластики

Тип дефекту	Клінічні результати лікування			
	відмінні	хороші	задовільні	незадовільні
B3	p=0,02 OR=7,04 CI (1,36-36,40)	p=0,35	p=0,009	p=0,09
C-тип	p=0,02 OR=0,14 CI (0,03-0,73)	p=0,35	p=0,009	p=0,09
C1	p=0,78	p=0,08	p=0,53	p=0,01
C2	p=0,28	p=0,95	p=0,74	p=0,45
C3	p=0,05	p=0,0005	p=0,02 OR=5,05 CI (1,17-21,83)	p=0,02 OR=7,33 CI (1,39-38,70)

У пацієнтів з кістковими дефектами типу D3 A, визначеними відповідно до класифікації Tetsworth, доведено достовірно вищі шанси формування відмінних (OR=5,53, CI (1,00-30,56), p=0,03) та хороших (OR=3,48, CI (1,14-10,67), p=0,02) клінічних результатів аутоспонгіозної остеопластики та нижчий ризик розвитку задовільних клінічних показників у віддаленому післяопераційному періоді (OR=0,27, CI (0,07-0,98), p=0,03) (табл. 3.12). У поранених з кістковими дефектами типу D3 B встановлено достовірно вищий ризик формування задовільних результатів лікування у віддаленому періоді після аутологічної кісткової трансплантації (OR=5,80, CI (1,63-20,63), p=0,004). Достовірно вищі шанси розвитку незадовільних клінічних результатів аутоспонгіозної остеопластики встановлено у пацієнтів з кістковими дефектами типу D3 C (OR=343,00, CI (18,01-6533,86), p≤0,00000001).

Прогностична цінність типу кісткового дефекту за Tetsworth щодо клінічних результатів аутоспонгіозної остеопластики

Тип дефекту	Клінічні результати лікування			
	відмінні	хороші	задовільні	незадовільні
D3 А	p=0,03 OR=5,53 CI (1,00-30,56)	p=0,02 OR=3,48 CI (1,14-10,67)	p=0,03 OR=0,27 CI (0,07-0,98)	p=0,001
D3 В	p=0,19	p=0,61	p=0,004 OR=5,80 CI (1,63-20,63)	p=0,05 OR=0,17 CI (0,02-1,54)
D3 С	p=0,09	p=0,002	p=0,23	p≤0,00000001 OR=343,00 CI (18,01-6533,86)

Достовірного впливу анатомічної локалізації дефекту на клінічні результати аутологічної кісткової трансплантації не доведено (табл. 3.13).

Аналізуючи персоніфіковані фактори, у пацієнтів віком 18-45 років доведено достовірно вищі шанси формування відмінних результатів лікування (OR=3,56, CI (1,67-7,57), p=0,009) та нижчий ризик розвитку незадовільних клінічних показників аутоспонгіозної остеопластики у віддаленому післяопераційному періоді (табл. 3.14). На противагу цьому, у поранених віком 46-60 років встановлено достовірно вищий ризик розвитку незадовільних показників аутологічної кісткової трансплантації (OR=10,64, CI (1,81-62,63), p=0,004) та нижчі шанси формування відмінних результатів лікування у віддаленому післяопераційному періоді (OR=0,28, CI (0,13-0,60), p=0,009).

Таблиця 3.13

Прогностична цінність локалізації кісткового дефекту щодо клінічних результатів аутоспонгіозної остеопластики

Локалізація дефекту	Клінічні результати лікування			
	відмінні	хороші	задовільні	незадовільні
плече	p=0,68	p=0,71	p=0,40	p=0,27
передпліччя	p=0,19	p=0,41	p=0,40	p=0,27
стегно	p=0,41	p=0,52	p=0,30	p=0,75
гомілка	p=0,36	p=0,37	p=0,003	p=0,23

Таблиця 3.14

Прогностична цінність персоніфікованих факторів ризику щодо клінічних результатів аутоспонгіозної остеопластики

Фактор ризику	Клінічні результати лікування			
	відмінні	хороші	задовільні	незадовільні
вік				
18-45 років	p=0,009 OR=3,56 CI (1,67-7,57)	p=0,54	p=0,99	p=0,004 OR=0,09 CI (0,02-0,55)
46-60 років	p=0,009 OR=0,28 CI (0,13-0,60)			p=0,004 OR=10,64 CI (1,81-62,63)
куріння	p=0,11	p=0,69	p=0,19	p=0,44

Оцінюючи вплив факторів ризику, пов'язаних з лікуванням, встановлено, що наявність значень Hb < 100 г/л в післяопераційному періоді пов'язана з достовірно нижчими шансами розвитку хороших результатів аутологічної кісткової трансплантації (OR=0,20, CI (0,05-0,73), p=0,007) та вищим ризиком формування задовільних клінічних показників у віддаленому післяопераційному періоді (OR=3,90, CI (1,16-13,11), p=0,02) (табл. 3.15).

Таблиця 3.15

Прогностична цінність факторів ризику, обумовлених лікуванням, щодо клінічних результатів аутоспонгіозної остеопластики

Фактор ризику	Клінічні результати лікування			
	відмінні	хороші	задовільні	незадовільні
гемотрансфузія	p=0,14	p=0,67	p=0,82	p=0,19
рівень Hb, визначений до операції				
< 100 г/л	p=0,24	p=0,17	p=0,30	p=0,11
рівень Hb, встановлений в післяопераційному періоді				
< 100 г/л	p=0,58	p=0,007 OR=0,20 CI (0,05-0,73)	p=0,02 OR=3,90 CI (1,16-13,11)	p=0,93
клас фізичного статусу за ASA				
клас 1-2	p=0,58	p=0,20	p=0,48	p=0,11
клас 3-4	p=0,58	p=0,20	p=0,48	p=0,11

Аналізуючи результати мікробіологічних досліджень, нами підтверджено, що наявність збудників інфекційних хвороб у ранах обстежених асоційована з достовірно вищим ризиком розвитку задовільних (OR=2,74, CI (7,83-18,83), p=0,00008) та незадовільних результатів аутологічної кісткової трансплантації у віддаленому післяопераційному періоді (OR=2,68, CI (4,42-15,42), p=0,01) та нижчими шансами формування хороших клінічних показників (OR=0,15, CI (0,04-0,52), p=0,001) (табл. 3.16).

Варто відмітити, що ідентифікація представників роду *Bacillus* у бойових ранах обстежених асоційована з достовірно вищими шансами формування відмінних клінічних результатів аутоспонгіозної остеопластики у віддаленому післяопераційному періоді (OR=51,00, CI (3,22-808,36), p=0,001). Достовірного впливу ідентифікації решти ізолятів щодо прогнозування клінічного результату лікування не доведено.

**Прогностична цінність результатів мікробіологічного дослідження бойових ран щодо клінічних результатів
аутоспонгіозної остеопластики**

Мікробіологічний компонент	Клінічні результати лікування			
	відмінні	хороші	задовільні	незадовільні
ідентифікація збудників інфекційних хвороб	p=0,10	p=0,001 OR=0,15 CI (0,04-0,52)	p=0,00008 OR=2,74 CI (7,83-18,83)	p=0,01 OR=2,68 CI (4,42-15,42)
Грамнегативні мікроорганізми	p=0,0007	p=0,98	p=0,22	p=0,26
родина <i>Enterobacteriaceae</i>	p=0,04	p=0,77	p=0,43	p=0,52
рід <i>Enterobacter</i>	p=0,17	p=0,86	p=0,63	p=0,70
рід <i>Klebsiella</i>	p=0,20	p=0,36	p=0,39	p=0,55
рід <i>Escherichia</i>	p=0,64	p=0,10	p=0,29	p=0,50
неферментуючі палички	p=0,10	p=0,98	p=0,34	p=0,86
рід <i>Acinetobacter</i>	p=0,24	p=0,73	p=0,69	p=0,82
рід <i>Pseudomonas</i>	p=0,29	p=0,68	p=0,40	p=1,00
Грампозитивні мікроорганізми	p=0,0007	p=0,98	p=0,22	p=0,26
рід <i>Staphylococcus</i>	p=0,47	p=0,52	p=0,26	p=1,00
рід <i>Bacillus</i>	p=0,001 OR=51,00 CI (3,22-808,36)	p=0,68	p=0,26	p=0,12
Мікроорганізми групи ESKAPE	p=0,006	p=0,34	p=0,15	p=0,25

Резюме. Аналізуючи клінічні результати застосування аутологічних кісткових трансплантатів, нами підтверджено високу ефективність методики в лікуванні пацієнтів з вогнепальними переломами з дефектами кісткової тканини.

Середній результат використання аутоспонгіозної остеопластики у обстежених складав $70,05 \pm 15,33$ балів та відповідав хорошим значенням. У більшості пацієнтів – 24 (41,38 %) зафіксовано хороші результати лікування, у 9 (15,52 %) – відмінні, задовільні значення встановлено у 17 (29,31 %) хворих, ще у 8 (13,79 %) обстежених клінічні показники визначали як незадовільні.

На основі аналізу персоніфікованих чинників хворих, факторів ризику, пов'язаних з пошкодженням та проведенням лікуванням, а також враховуючи особливості мікробної контамінації бойового поранення, нами розроблено показання та протипоказання, які рекомендуємо застосовувати при виборі оптимального методу заміщення кісткового дефекту.

При виборі оптимального методу заміщення кісткового дефекту, застосування методики аутоспонгіозної остеопластики рекомендуємо за наявності наступних критеріїв:

- відкриті переломи типу II за Gustilo-Anderson (OR=14,33, CI (2,71-75,68), $p=0,0008$);
- відкриті переломи типу IIIA за Gustilo-Anderson (OR=3,86, CI (1,19-12,54), $p=0,02$);
- кісткові дефекти величиною до 3 см (OR=2,94, CI (6,14-18,14), $p=0,00004$);
- кісткові дефекти розміром від 3 до 5 см (OR=37,15, CI (4,26-323,87), $p=0,000001$);
- кісткові дефекти типу D3 A відповідно до класифікації Tetsworth (OR=5,53, CI (1,00-30,56), $p=0,03$);
- кісткові дефекти типу B3 відповідно до класифікації дефектів довгих кісток при бойовій травмі кінцівок (OR=7,04, CI (1,36-36,40), $p=0,02$);

- вік пацієнтів до 45 років (OR=3,56, CI (1,67-7,57), p=0,009);
- ідентифікація представників роду *Bacillus* при мікробіологічному дослідженні бойових ран (OR=51,00, CI (3,22-808,36), p=0,001).

Додатковими факторами, асоційованими з достовірно кращими клінічними результатами аутоспонгіозної остеопластики, які рекомендуємо враховувати при виборі оптимального методу заміщення дефектів, є:

- кісткові дефекти типу C1 відповідно до класифікації дефектів довгих кісток при бойовій травмі кінцівок ($\tau=+0,24$, p=0,007);
- рівень Hb ≥ 100 г/л в передопераційному періоді ($\tau=+0,35$, p=0,00009);
- показники фізичного статусу за ASA 1-2 класу ($\tau=+0,26$, p=0,004);
- ідентифікація представників грампозитивної мікрофлори при мікробіологічному дослідженні бойової рани ($\tau=+0,32$, p=0,004).

Застосування методики аутоспонгіозної остеопластики не рекомендуємо у наступних випадках:

- пошкодження типу IIIB за Gustilo-Anderson (OR=5,00, CI (1,45-17,24), p=0,007);
- пошкодження типу IIIC за Gustilo-Anderson (OR=14,40, CI (1,84-112,63), p=0,01);
- кісткові дефекти розміром понад 5 см; (OR=4,00, CI (1,17-13,72), p=0,02);
- кісткові дефекти типу C3 відповідно до класифікації дефектів довгих кісток при бойовій травмі кінцівок (OR=5,05, CI (1,17-21,83), p=0,02);
- кісткові дефекти типу D3 В відповідно до класифікації Tetsworth (OR=5,80, CI (1,63-20,63), p=0,004);
- кісткові дефекти типу D3 С відповідно до класифікації Tetsworth (OR=343,00, CI (18,01-6533,86), p \leq 0,00000001);
- вік хворого старше 46 років (OR=10,64, CI (1,81-62,63), p=0,004);

- ідентифікація збудників інфекційних хвороб при мікробіологічному дослідженні бойової рани (за винятком представників роду *Bacillus*) (OR=2,74, CI (7,83-18,83), p=0,00008).

Додатковими чинниками, пов'язаними з достовірно гіршими клінічними результатами аутоспонгіозної остеопластики у віддаленому післяопераційному періоді, є:

- кісткові дефекти типу C2 відповідно до класифікації дефектів довгих кісток при бойовій травмі кінцівок ($\tau=-0,18$, p=0,047);
- куріння ($\tau=-0,18$, p=0,045);
- гемотрансфузійна терапія ($\tau=-0,24$, p=0,007);
рівень Hb < 100 г/л в передопераційному періоді ($\tau=-0,35$, p=0,00009);
- показники фізичного статусу за ASA 3-4 класу ($\tau=-0,26$, p=0,004);
- контамінація вогнепальних поранень грамнегативною мікрофлорою ($\tau=-0,32$, p=0,004), зокрема ідентифікація мікроорганізмів родини *Enterobacteriaceae* ($\tau=-0,26$, p=0,02), у тому числі виділення *Klebsiella pneumoniae* ($\tau=-0,22$, p=0,04);
- ідентифікація збудників групи *ESKAPE* при мікробіологічному дослідженні бойової рани ($\tau=-0,35$, p=0,002).

Матеріали розділу відображено у наступній публікації здобувача:

1. **Литвинюк, О.** (2025). Клінічні результати аутологічної кісткової трансплантації при вогнепальних переломах з дефектами кісткової тканини. *Матеріали XXIX Конгресу студентів та молодих учених «Майбутнє за наукою»* (9-11 квітня, Тернопіль), Тернопільський національний медичний університет, 420–421.
2. **Литвинюк, О.** (2025). Характеристика факторів ризику, пов'язаних з аутоспонгіозною остеопластикою дефектів кісткової тканини при вогнепальних переломах трубчастих кісток. *Матеріали XXIX Конгресу*

- студентів та молодих учених «Майбутнє за наукою»* (9-11 квітня, Тернопіль), Тернопільський національний медичний університет, 421.
3. **Литвинюк, О. М.** (2025). Прогнозування клінічних результатів аутоспонгіозної остеопластики при вогнепальних переломах, враховуючи тип кісткового дефекту за класифікацією Tetsworth. *Матеріали XXII Студентської наукової конференції з міжнародною участю «Перший крок в науку-2025»* (17-18 квітня 2025 р., Вінниця). Вінницький національний медичний університет ім. М. І. Пирогова, 648.
 4. **Литвинюк, О. М.** (2025). Характеристика клінічних результатів аутологічної кісткової трансплантації при бойових травмах кінцівок з урахуванням типу кісткового дефекту. *Матеріали XXII Студентської наукової конференції з міжнародною участю «Перший крок в науку-2025»* (17-18 квітня 2025 р., Вінниця). Вінницький національний медичний університет ім. М. І. Пирогова, 649.
 5. **Фіщенко, В. О., & Литвинюк, О. М.** (2025). Мікробіологічні фактори прогнозу клінічного результату аутоспонгіозної остеопластики вогнепальних переломів з дефектами кісткової тканини. *ScienceRise: Medical Science*, 64(3), 40–45. <https://doi.org/10.15587/2519-4798.2025.348416>
 6. **Фіщенко, В. О., & Литвинюк, О. М.** (2025). Особливості аутоспонгіозної остеопластики при вогнепальних переломах з дефектами кісткової тканини. *Вісник проблем біології і медицини*, 177(2), 277–288. <https://doi.org/10.29254/2077-4214-2025-2-177-277-288>.

РОЗДІЛ 4

КЛІНІЧНІ РЕЗУЛЬТАТИ ВИКОРИСТАННЯ ПММА-КІСТКОВОГО ЦЕМЕНТУ В ЛІКУВАННІ ВОГНЕПАЛЬНИХ ПЕРЕЛОМІВ З ДЕФЕКТАМИ КІСТКОВОЇ ТКАНИНИ

4.1 Характеристика віддалених клінічних результатів використання ПММА-кісткового цементу в лікуванні пацієнтів з вогнепальними переломами з дефектами кісткової тканини

Середній клінічний результат використання ПММА-кісткового цементу пацієнтів досліджуваної групи, визначений у віддаленому післяопераційному періоді, становив $74,51 \pm 14,24$ балів та відповідав хорошим значенням.

Відмінні результати лікування встановлено у 11 (28,20 %) обстежених, хороші – у 14 (35,90 %) хворих, у 9 (23,08 %) пацієнтів зафіксовано задовільні значення, у 5 (12,82 %) осіб клінічні показники визначали як незадовільні (рис. 4.1).

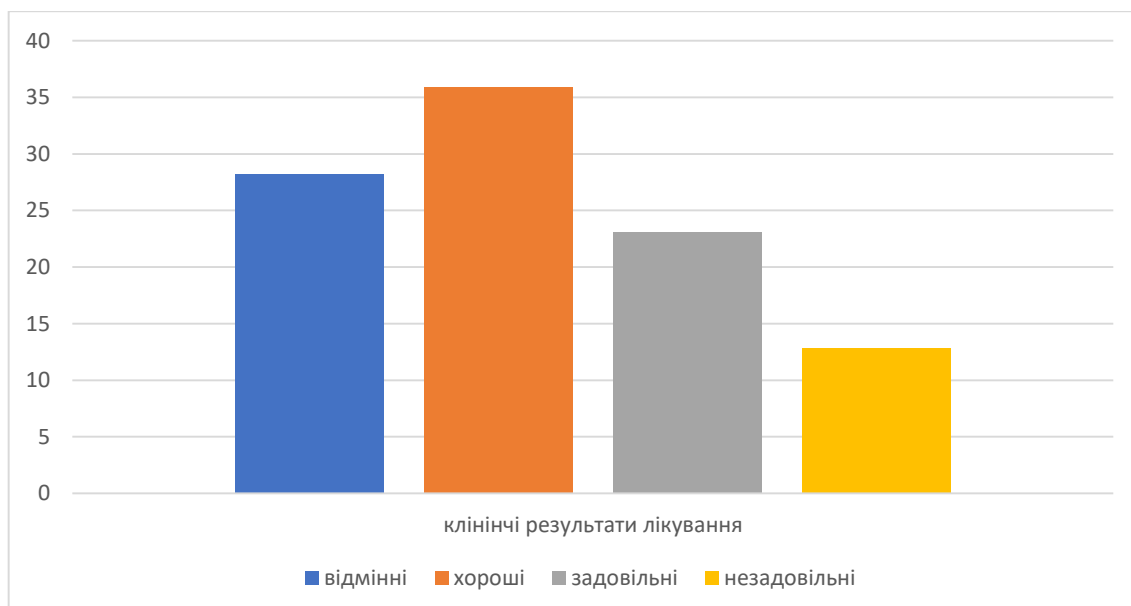


Рис. 4.1 Загальна характеристика клінічних результатів використання ПММА-кісткового цементу пацієнтів досліджуваної групи

Аналізуючи інтенсивність больового синдрому у віддаленому періоді після використання ПММА-кісткового цементу середній показник за визначеною категорією опитувальника складав $15,28 \pm 3,54$ балів. У 9 (23,08 %) обстежених групи больовий синдром у віддаленому періоді був відсутній, у більшості пацієнтів – 17 (43,59 %) встановлено ознаки нетривалого болю, 10 (25,64 %) поранених відмічали появу больового синдрому після навантаження, у 3 (7,69 %) хворих біль був зумовлений обмеженням функції кінцівки.

Середній результат за категорією «Функція» становив $14,36 \pm 3,64$ балів. У більшості обстежених – 16 (41,03 %) спостерігали незначні обмеження функції, 6 (15,38 %) пацієнтів відмічали повне відновлення функціональних можливостей кінцівки до рівня, який був до травми. Ознаки обмеження функції та потребу в користуванні поручнями відзначали 12 (30,77 %) поранених, у 5 (12,82 %) хворих встановлено виражену функціональну обмеженість та необхідність використання тростини.

За категорією «Рухи в суглобі» середній результат обстежених хворих складав $14,67 \pm 3,93$ балів. У більшості – 15 (38,46 %) поранених встановлено помірні обмеження обсягу рухів в діапазоні 80° , незначні обмеження в діапазоні 100° фіксували у 10 (25,64 %) пацієнтів, ще у 10 (25,64 %) – обмеження обсягу рухів не спостерігали. У 4 (10,26 %) поранених обсяг рухів визначали в діапазоні 60° .

Середній клінічний показник за категорією «Працездатність» становив $7,74 \pm 1,39$ балів. У 7 (17,95 %) пацієнтів групи спостерігали ознаки відновлення працездатності до рівня, який був до травми. Натомість у більшості – 20 (51,28 %) поранених, встановлено збереження працездатності, проте з певними труднощами, 12 (30,77 %) осіб групи відмічали порушення працездатності, обумовлене травмою.

Аналізуючи результати рентгенологічних даних, середній показник за досліджуваною категорією становив $11,15 \pm 2,38$ балів. Ознаки кісткового зрощення без осьових порушень спостерігали у 5 (12,82 %) хворих, незначні порушення осьових співвідношень у вигляді девіації до 5° або до 0,5 см

зміщення зафіксовано у більшості обстежених – 21 (53,85 %). Рентгенологічні ознаки девіації до 10° або до 2 см зміщення встановлено у 10 (25,64 %) пацієнтів, до 15° девіації або до 3 см зміщення – у 3 (7,69 %) поранених.

Середній показник за категорію опитувальника «Анатомія» складав $11,31 \pm 2,23$ балів. У більшості – 22 (56,41 %) обстежених встановлено ознаки девіації сегмента до 5° або зміщення до 0,5 см, у 5 (12,82 %) пацієнтів групи спостерігали симптоми м'язової гіпотрофії. Ознаки девіації сегмента до 10° або зміщення до 2 см зафіксовано у 11 (28,21 %) хворих, до 15° сегментарної девіації або до 3 см зміщення встановлено у 1 (2,56 %) пацієнта групи.

Середній сумарний результат використання ПММА-кісткового цементу у обстежених з відмінними клінічними показниками становив $90,00 \pm 1,34$ балів, $78,93 \pm 3,95$ балів – у пацієнтів з хорошими значеннями, $62,56 \pm 4,36$ балів – у осіб з задовільними результатами та $49,60 \pm 2,79$ балів за наявності незадовільних значень.

Результати, визначені за кожною з розглянутих категорій, графічно відображено на рисунку 4.2, цифрові показники, встановлені з урахуванням клінічного результату використання ПММА-кісткового цементу, наведено у Додатку В-2.

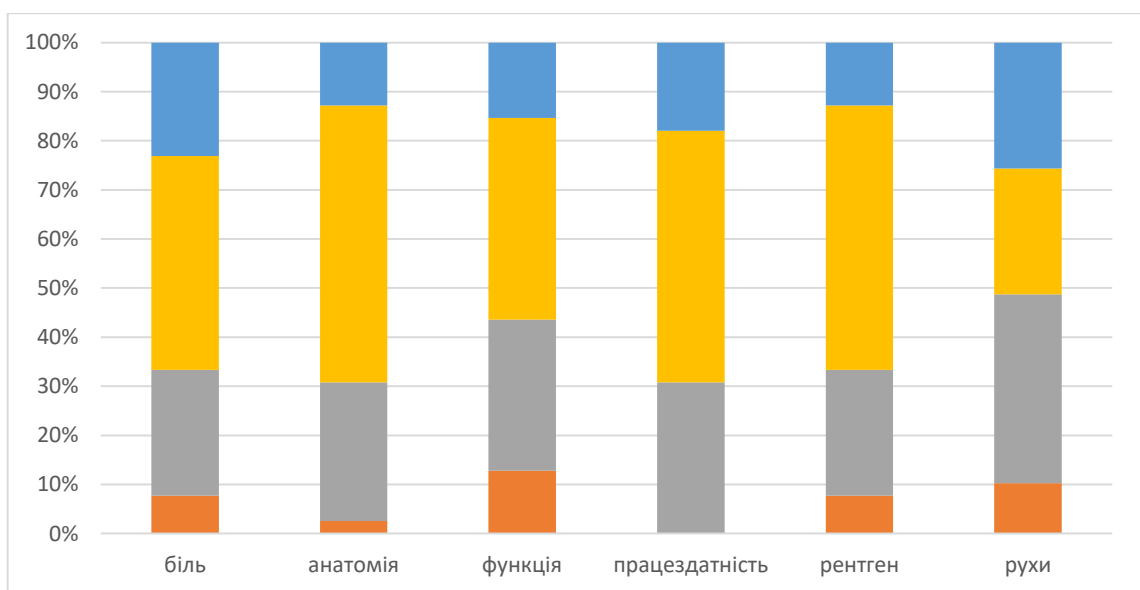


Рис. 4.2 Категоріальна характеристика клінічних результатів лікування пацієнтів досліджуваної групи (пояснення в тексті)

Наступним етапом нами охарактеризовано клінічні результати використання ПММА-кісткового цементу, враховуючи особливості пошкодження.

Пошкодження типу II згідно класифікації Gustilo-Anderson встановлено у 7 (17,95 %) хворих групи, у 32 (82,05 %) обстежених діагностовано відкриті переломи типу III, у тому числі, пошкодження типу IIIA спостерігали у 14 (35,90 %) хворих, типу IIIB – у 14 (35,90 %) осіб, ще у 4 (10,25 %) поранених визначено пошкодження типу IIIC (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Характеристика клінічних результатів використання ПММА-кісткового цементу, враховуючи тип пошкодження за Gustilo-Anderson

Тип перелому	Клінічні результати лікування				p
	відмінні (n=11)	хороші (n=14)	задовільні (n=9)	незадовільні (n=5)	
II	4 (36,36 %)	3 (21,43 %)	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	0,13
III	7 (63,64 %)	11 (78,57 %)	9 (100,00 %)	5 (100,00 %)	0,13
IIIA	4 (36,36 %)	5 (35,71 %)	4 (44,44 %)	1 (20,00 %)	0,85
IIIB	3 (27,28 %)	6 (42,86 %)	4 (44,44 %)	1 (20,00 %)	0,69
IIIC	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	1 (11,12 %)	3 (60,00 %)	0,001*

*Примітка. Доведено статистично значущу відмінність показників при $p \leq 0,05$.

Відкриті переломи типу II за Gustilo-Anderson встановлено у 4 (36,36 %) хворих з відмінними результатами використання ПММА-кісткового цементу та 3 (21,43 %) осіб з хорошими клінічними значеннями, у пацієнтів решти груп вказаний тип пошкодження не спостерігали, відмінність показників статистично незначуща ($p=0,13$). Тип III відкритого перелому діагностовано у всіх обстежених з задовільними та незадовільними результатами лікування – 9 (100,00 %) та 5 (100,00) % відповідно, а також переважної більшості обстежених з хорошими та відмінними клінічними показниками – 11 (78,57 %)

та 7 (63,64 %) відповідно, відмінність значень недостовірна ($p=0,13$). Проте, наявність відкритого перелому типу II асоційована з формуванням достовірно кращих результатів використання ПММА-кісткового цементу ($\tau=+0,27$, $p=0,02$), натомість у пацієнтів з пошкодженнями типу III, доведено значущо гірші клінічні показники лікування у віддаленому післяопераційному періоді ($\tau=-0,27$, $p=0,02$).

Пошкодження типу IIIA діагностовано у 4 (36,36 %) пацієнтів з відмінними результатами лікування, 5 (35,71 %) хворих з хорошими клінічними показниками, 4 (44,44 %) осіб з задовільними значеннями та 1 (20,00 %) обстеженого з незадовільним показником, відмінність статистично незначуща ($p=0,85$). Достовірний кореляційний зв'язок з клінічними результатами використання ПММА-кісткового цементу не доведено ($\tau=+0,02$, $p=0,89$).

Тип IIIB відкритого перелому зафіксовано у 3 (27,28 %) пацієнтів з відмінними результатами лікування, 6 (42,86 %) хворих з хорошими значеннями, 4 (44,44 %) осіб з задовільними показниками та 1 (20,00 %) обстеженого з незадовільним результатом використання ПММА-кісткового цементу. Достовірної відмінності встановлених частотних характеристик не доведено ($p=0,69$), статистично значущий кореляційний зв'язок з клінічними результатами лікування відсутній ($\tau=+0,01$, $p=0,90$).

Відкриті переломи типу IIIC за Gustilo-Anderson встановлено у 1 (11,12 %) обстеженого з задовільним результатом лікування та більшості хворих з незадовільними клінічними показниками – 3 (60,00 %), у групі пацієнтів з відмінними та хорошими результатами використання ПММА-кісткового цементу зазначений тип не діагностували у жодному випадку, відмінність показників статистично значуща ($p=0,001$). Окрім того, доведено формування достовірно гірших результатів лікування у пацієнтів з пошкодженнями типу IIIC, що підтверджено наявністю зворотного помірною кореляційного зв'язку між показниками ($\tau=-0,38$, $p=0,0006$).

Характеристика частоти, встановлених типів пошкодження за Gustilo-Anderson, враховуючи клінічні показники використання ПММА-кісткового цементу графічно представлена на рисунку 4.3.

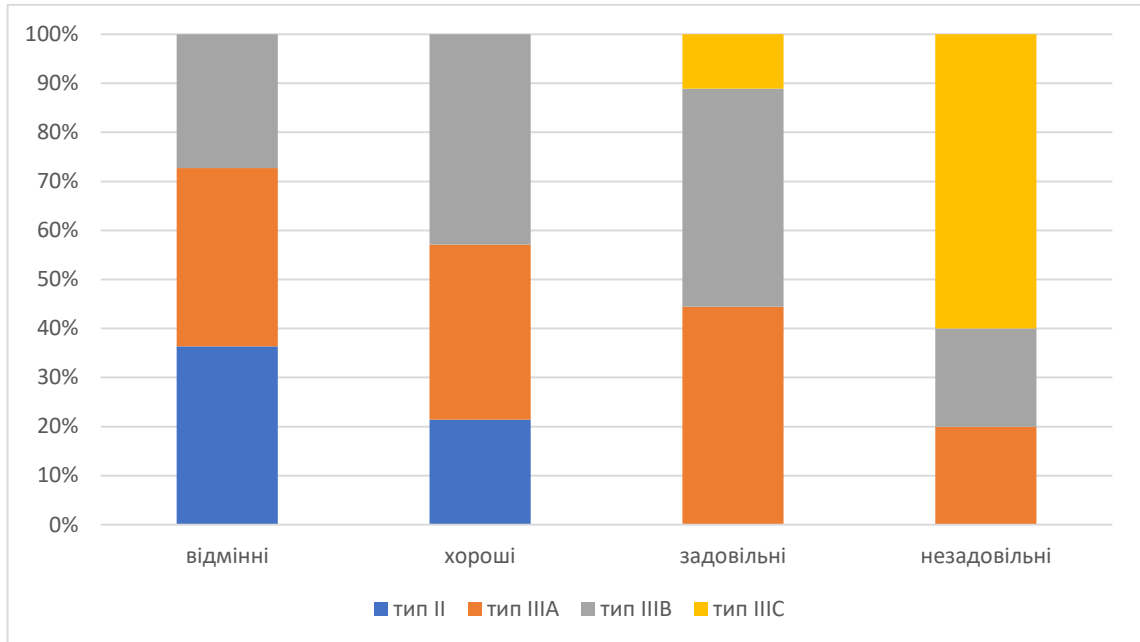


Рис. 4.3 Характеристика типів пошкодження за Gustilo-Anderson з урахуванням клінічних результатів використання ПММА-кісткового цементу

Аналізуючи розмір дефекту трубчастої кістки пацієнтів з вогнепальними переломами з дефектами кісткової тканини, яким застосовували ПММА-кістковий цемент, середній показник становив $5,72 \pm 2,55$ см. У обстежених з відмінними результатами лікування середній розмір дефекту складав – $3,82 \pm 1,47$ см, у хворих з хорошими показниками – $5,57 \pm 1,79$ см, $6,11 \pm 2,42$ см – з задовільними значеннями, найвищі значення показника зафіксовано у осіб з незадовільними результатами – $9,60 \pm 2,30$ см, відмінність статистично значуща ($p=0,001$) (табл. 4.2). Між величиною кісткового дефекту та клінічними результатами використання ПММА-кісткового цементу доведено наявність зворотного помірною кореляційного зв'язку ($\tau=-0,48$, $p=0,00002$), що свідчить про формування достовірно гірших клінічних результатів лікування у поранених з більшими розмірами дефекту (рис. 4.4).

Характеристика клінічних результатів використання ПММА-кісткового цементу з урахуванням розміру кісткового дефекту

Розмір дефекту	Клінічні результати лікування				p
	відмінні (n=11)	хороші (n=14)	задовільні (n=9)	незадовільні (n=5)	
M±SD	3,82±1,47	5,57±1,79	6,11±2,42	9,60±2,30	0,001*
< 3 см	3 (27,27 %)	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	0,04*
3-5 см	6 (54,55 %)	9 (64,29 %)	6 (66,67 %)	0 (0,00 %)	0,08
> 5 см	2 (18,18 %)	5 (35,71 %)	3 (33,33 %)	5 (100,00 %)	0,02*

*Примітка. Доведено статистично значущу відмінність показників при $p \leq 0,05$.

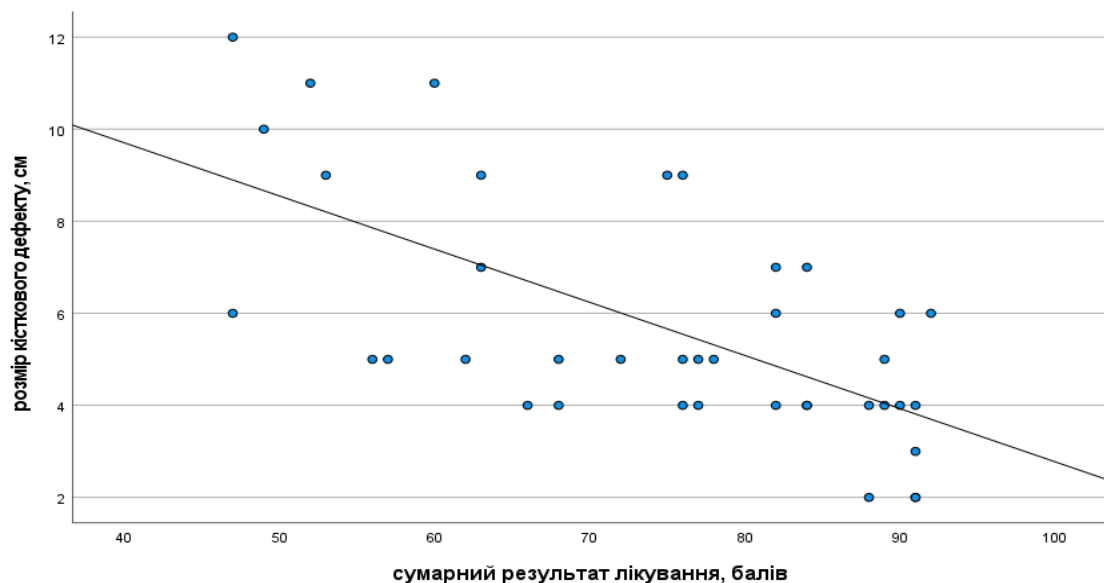


Рис. 4.4 Діаграма розсіювання сумарних результатів лікування залежно від розміру кісткового дефекту

Дефекти кісткової тканини розміром до 3 см встановлено у 3 (7,69 %) обстежених групи, всі з яких мали відмінні результати лікування – 3 (27,27 %), у пацієнтів решти груп подібні ознаки не спостерігали, відмінність частотних показників статистично значуща ($p=0,001$). У пацієнтів з кістковими дефектами розмірами до 3 см встановлено значуще кращі клінічні результати

використання ПММА-кісткового цементу у віддаленому післяопераційному періоді ($\tau=+0,31$, $p=0,006$).

Кісткові дефекти розміром 3-5 см встановлено у 21 (53,85 %) пацієнта групи, зокрема у більшості хворих з відмінними, хорошими та задовільними клінічними показниками – 6 (54,55 %), 9 (64,29 %) та 6 (66,67 %) відповідно, відмінність статистично незначуща ($p=0,08$). Достовірний кореляційний зв'язок з віддаленими клінічними результатами використання ПММА-кісткового цементу не доведено ($\tau=+0,12$, $p=0,27$).

У 15 (38,46 %) хворих групи зафіксовано кісткові дефекти розміром більше 5 см. Масивні дефекти встановлено у всіх пацієнтів з незадовільними результатами лікування – 5 (100,00 %), 2 (18,18 %) хворих з відмінними показниками, 5 (35,71 %) осіб з хорошими значеннями та 3 (33,33 %) обстежених з задовільними результатами використання ПММА-кісткового цементу. При порівнянні частотних характеристик у сформованих групах доведено їх достовірну відмінність ($p=0,02$). У обстежених з масивними кістковими дефектами, розміром понад 5 см, доведено формування достовірно гірших клінічних результатів лікування у віддаленому післяопераційному періоді, що підтверджено зворотнім слабким кореляційним зв'язком між ознаками ($\tau=-0,29$, $p=0,009$).

Додатково оцінювали клінічні результати використання ПММА-кісткового цементу, враховуючи тип пошкодження відповідно до класифікації дефектів довгих кісток при бойовій травмі кінцівок. Кісткові дефекти типу В, зокрема дефекти кістки, для яких характерно обмежений контакт фрагментів з анатомічним вкороченням, спостерігали у 3 (7,69 %) пацієнтів групи (табл. 4.3). Тип В3 кісткового дефекту встановлено у 2 (18,18 %) осіб з відмінними результатами лікування та 1 (7,14 %) обстеженого з хорошим показником, у обстежених решти груп подібні ознаки не спостерігали, відмінність частотних характеристик статистично незначуща ($p=0,42$) (рис. 4.5). Проте, у пацієнтів з кістковими дефектами типу В3 доведено формування значущо кращих клінічних результатів використання ПММА-кісткового цементу у

віддаленому післяопераційному періоді, що підтверджено прямим слабким кореляційним зв'язком ($\tau=+0,24$, $p=0,03$).

Таблиця 4.3

Характеристика клінічних результатів використання ПММА-кісткового цементу з урахуванням типу дефекту довгих кісток

Тип дефекту	Клінічні результати лікування				p
	відмінні (n=11)	хороші (n=14)	задовільні (n=9)	незадовільні (n=5)	
В3	2 (18,18 %)	1 (7,14 %)	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	0,42
С-тип	9 (81,82 %)	13 (92,86 %)	9 (100,00 %)	5 (100,00 %)	0,42
С1	7 (63,64 %)	6 (42,86 %)	1 (11,11 %)	0 (0,00 %)	0,03*
С2	2 (18,18 %)	5 (35,71 %)	6 (66,67 %)	2 (40,00 %)	0,18
С3	0 (0,00 %)	2 (14,29 %)	2 (22,22 %)	3 (60,00 %)	0,04*

*Примітка. Доведено статистично значущу відмінність показників при $p \leq 0,05$.

Кісткові дефекти типу С діагностовано у 36 (92,31 %) обстежених групи. Тип С дефекту встановлено у 9 (81,82 %) пацієнтів з відмінними результатами використання ПММА-кісткового цементу, 13 (92,86 %) хворих з хорошими значеннями, а також всіх пацієнтів з задовільними та незадовільними показниками лікування – 9 (100,00 %) та 5 (100,00 %) відповідно.

Сегментарні дефекти без вкорочення – типу С1 встановлено у 14 (35,90 %) пацієнтів групи, зокрема у 7 (63,64 %) хворих з відмінними результатами використання ПММА-кісткового цементу, 6 (42,86 %) пацієнтів з хорошими показниками та 1 (11,11 %) обстеженого з задовільним значенням. При порівнянні досліджуваних частотних характеристик у сформованих групах доведено їх достовірну відмінність ($p=0,03$). Окрім того, у пацієнтів досліджуваної групи з кістковими дефектами типу С1 доведено достовірно кращі клінічні результати лікування, що підтверджено прямим помірним кореляційним зв'язком між досліджуваними ознаками ($\tau=+0,40$, $p=0,0003$).

Сегментарні дефекти з укороченням типу С2 встановлено у 15 (38,46 %) хворих групи. Кісткові дефекти типу С2 зафіксовано у 2 (18,18 %) хворих з відмінними значеннями, 5 (35,71 %) обстежених з хорошими результатами, 6 (66,67 %) осіб з задовільними значеннями та 2 (40,00 %) пацієнтів з незадовільними клінічними показниками використання ПММА-кісткового цементу, відмінність статистично незначуща ($p=0,18$). Проте наявність кісткових дефектів типу С2 асоційована з розвитком гірших клінічних результатів лікування у віддаленому періоді ($\tau=-0,22$, $p=0,05$).

Субтотальні кісткові дефекти встановлено у 7 (17,95 %) хворих групи. Тип С3 кісткового дефекту спостерігали у більшості пацієнтів з незадовільними результатами лікування – 3 (60,00 %), а також 2 (14,29 %) обстежених з хорошими клінічними показниками та 2 (22,22 %) хворих з задовільними значеннями, відмінність частотних характеристик статистично значуща ($p=0,04$). Окрім того, у пацієнтів з субтотальними кістковими дефектами доведено достовірно гірші результати використання ПММА-кісткового цементу, що підтверджено наявністю зворотного помірною кореляційного зв'язку між ознаками ($\tau=-0,39$, $p=0,0004$).

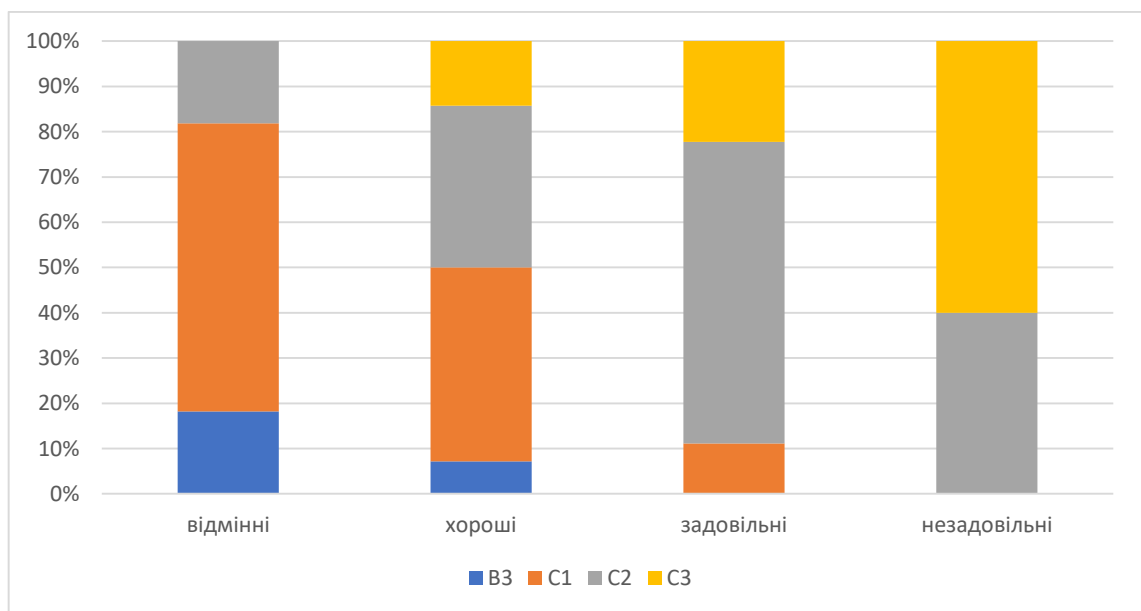


Рис. 4.5 Характеристика типів дефектів довгих кісток з урахуванням клінічних результатів використання ПММА-кісткового цементу

Характеризуючи величину кісткового дефекту згідно класифікації Tetsworth, тип D3 А встановлено у 15 (38,46 %) пацієнтів групи. Помірні кісткові дефекти розміром від 2 до 4 см визначено у переважної більшості пацієнтів з відмінними результатами використання ПММА-кісткового цементу – 8 (72,73 %), 5 (35,71 %) обстежених з хорошими показниками та 2 (22,22 %) осіб з задовільними значеннями, відмінність встановлених частотних характеристик достовірна ($p=0,02$) (табл. 4.4, рис. 4.6). Окрім того, достовірно кращі результати лікування доведено у обстежених з кістковими дефектами типу D3 А, що підтверджено наявністю прямого кореляційного зв'язку помірної сили між показниками ($\tau=+0,44$, $p=0,00008$).

Таблиця 4.4

Характеристика клінічних результатів використання ПММА-кісткового цементу, враховуючи тип кісткового дефекту за Tetsworth

Тип дефекту	Клінічні результати лікування				p
	відмінні (n=11)	хороші (n=14)	задовільні (n=9)	незадовільні (n=5)	
D3 А	8 (72,73 %)	5 (35,71 %)	2 (22,22 %)	0 (0,00 %)	0,02*
D3 В	3 (27,27 %)	7 (50,00 %)	5 (55,56 %)	1 (20,00 %)	0,40
D3 С	0 (0,00 %)	2 (14,29 %)	2 (22,22 %)	4 (80,00 %)	0,003*

*Примітка. Доведено статистично значущу відмінність показників при $p \leq 0,05$.

Великі кісткові дефекти розміром від 4 до 8 см встановлено у 16 (41,03 %) пацієнтів групи. Тип D3 В кісткового дефекту зафіксовано у 3 (27,27 %) пацієнтів з відмінними показниками лікування, більшості хворих з хорошими та задовільними значеннями – 7 (50,00 %) та 5 (55,56 %) відповідно, а також 1 (20,00 %) обстеженого з незадовільним результатом використання ПММА-кісткового цементу, відмінність статистично значуща ($p=0,02$). Достовірний кореляційний зв'язок з клінічними результатами лікування відсутній ($\tau=-0,07$, $p=0,53$).

Масивні кісткові дефекти розміром понад 8 см визначено у 8 (20,51 %) пацієнтів групи. Тип D3 C кісткового дефекту зафіксовано у 2 (14,29 %) пацієнтів з хорошими клінічними показниками, 2 (22,22 %) – з задовільними результатами лікування та більшості обстежених – 4 (80,00 %) з незадовільними значеннями, відмінність статистично значуща ($p=0,003$). Наявність масивних кісткових дефектів типу D3 C у обстежених асоційована з достовірно гіршими результатами використання ПММА-кісткового цементу у віддаленому післяопераційному періоді, що підтверджено зворотним помірним кореляційним зв'язком між досліджуваними ознаками ($\tau=-0,45$, $p=0,00007$).

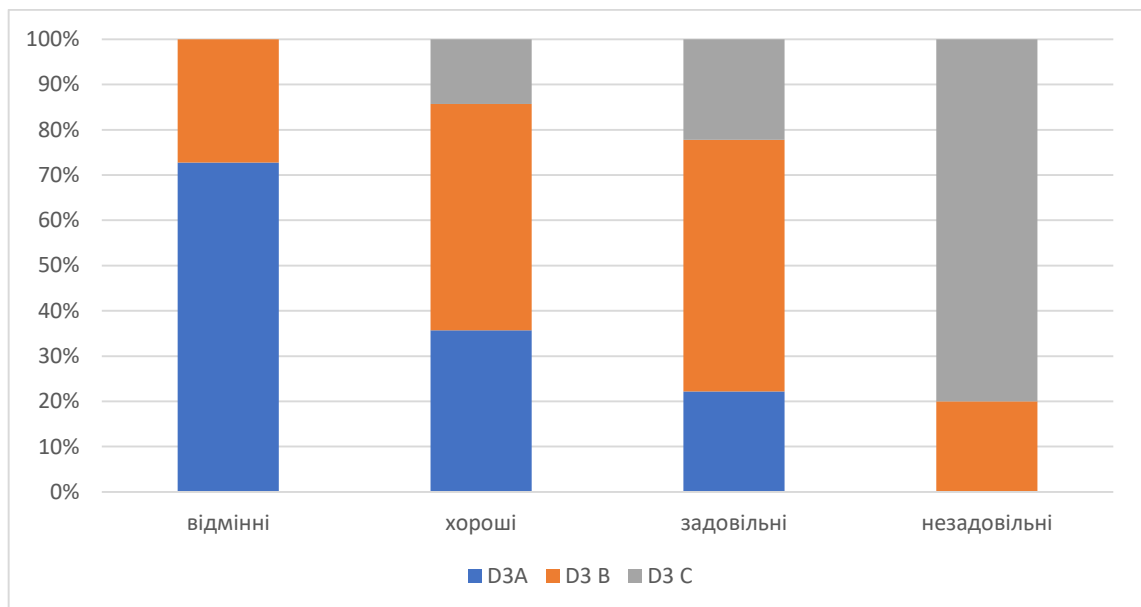


Рис. 4.6 Характеристика типів пошкодження згідно класифікації Tetsworth з урахуванням клінічних результатів використання ПММА-кісткового цементу

Достовірної відмінності частотних показників, які характеризували локалізацію кісткового дефекту, враховуючи клінічні результати використання ПММА-кісткового цементу, не доведено ($p>0,05$). Вогнепальні переломи плечової кістки з дефектами кісткової тканини встановлено у 5 (12,82 %) обстежених, пошкодження кісток передпліччя – у 7 (17,95 %) пацієнтів групи, у 7 (17,95 %) поранених діагностовано вогнепальні переломи

стегнової кістки, у 21 (53,85 %) хворого зафіксовано поранення кісток гомілки (табл. 4.5). Достовірних кореляційних зв'язків між клінічними результатами використання ПММА-кісткового цементу та локалізацією кісткового дефекту в стегновій кістці ($\tau=-0,08$, $p=0,45$), кістках передпліччя ($\tau=+0,13$, $p=0,25$), гомілки ($\tau=-0,20$, $p=0,07$) не встановлено. Проте, доведено формування достовірно кращих клінічних результатів запропонованого варіанту остеопластики у пацієнтів з вогнепальними переломами плечової кістки, що підтверджено прямим помірним кореляційним зв'язком між показниками ($\tau=+0,31$, $p=0,005$).

Таблиця 4.5

Характеристика клінічних результатів використання ПММА-кісткового цементу з урахуванням локалізації кісткового дефекту

Сегмент локалізації перелому	Клінічні результати лікування				p
	відмінні (n=11)	хороші (n=14)	задовільні (n=9)	незадовільні (n=5)	
плече	3 (27,27 %)	2 (14,29 %)	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	0,26
передпліччя	3 (27,27 %)	3 (21,42 %)	0 (0,00 %)	1 (20,00 %)	0,44
стегно	1 (9,09 %)	2 (14,29 %)	4 (44,44 %)	0 (0,00 %)	0,11
гомілка	5 (45,45 %)	7 (50,00 %)	5 (55,56 %)	4 (80,00 %)	0,63

Оцінюючи індивідуальні фактори ризику обстежених, середній вік пацієнтів складав $38,77 \pm 9,31$ років. Середній вік хворих з відмінними результатами лікування становив $38,91 \pm 8,93$ років, обстежених з хорошими показниками – $36,50 \pm 10,38$ років, $39,56 \pm 8,53$ років – у осіб з задовільними значеннями, найвищі значення віку спостерігали у пацієнтів з незадовільними показниками використання ПММА-кісткового цементу – $43,40 \pm 9,13$ років, відмінність статистично недостовірна ($p=0,60$) (табл. 4.6). Значущий кореляційний зв'язок між значеннями віку та клінічними показниками використання ПММА-кісткового цементу відсутній ($\tau=-0,11$, $p=0,34$).

Характеристика клінічних результатів використання ПММА-кісткового цементу з урахуванням персоніфікованих факторів

Фактор ризику	Клінічні результати лікування				p
	відмінні (n=11)	хороші (n=14)	задовільні (n=9)	незадовільні (n=5)	
вік, років	38,91±8,93	36,50±10,38	39,56±8,53	43,40±9,13	0,60
18-45 pp.	9 (81,82 %)	11 (78,57 %)	6 (66,67 %)	3 (60,00 %)	0,74
46-60 pp.	2 (18,18 %)	3 (21,43 %)	3 (33,33 %)	2 (40,00 %)	0,74
куріння	8 (72,73 %)	12 (85,71 %)	8 (88,89 %)	5 (100,00 %)	0,53

*Примітка. Доведено статистично значущу відмінність показників при $p \leq 0,05$.

Більшість обстежених групи – 29 (74,36 %) були особами віком 18-45 років, вік старше 46 років встановлено у 10 (25,64 %) хворих. Вік в межах 18-45 років зафіксовано у переважної більшості обстежених усіх груп, зокрема – 9 (81,82 %) осіб з відмінними результатами лікування, 11 (78,57 %) хворих з хорошими показниками, 6 (66,67 %) пацієнтів з задовільними значеннями, а також 3 (60,00 %) поранених з незадовільними клінічними показниками використання ПММА-кісткового цементу. Вік в межах 46-60 років встановлено у 2 (18,18 %) пацієнтів з відмінними результатами лікування, 3 (21,43 %) обстежених з хорошими значеннями, 3 (33,33 %) осіб з задовільними показниками лікування, а також 2 (40,00 %) хворих з незадовільними клінічними результатами. При порівнянні частотних показників, які характеризували вік 18-45 років та вік 46-60 років статистично значущої відмінності у досліджуваних групах не доведено ($p=0,74$). Достовірні кореляційні зв'язки між клінічними результатами використання ПММА-кісткового цементу та показниками віку 46-60 років ($\tau=-0,16$, $p=0,15$) та 18-45 років ($\tau=+0,16$, $p=0,15$) відсутні.

Додатково, аналізували частоту цукрового діабету у поранених досліджуваної групи, проте ознак хвороби не зафіксовано у жодному випадку.

Оцінюючи частоту такого фактору ризику порушення остеорепаративних процесів, як куріння, встановлено його наявність у більшості обстежених – 33 (84,62 %). Зазначений фактор ризику зафіксовано у переважній більшості обстежених усіх груп – 8 (72,73 %) хворих з відмінними результатами, 12 (85,71 %) осіб з хорошими значеннями, 8 (88,89 %) обстежених з задовільними показниками та всіх – 5 (100,00 %) пацієнтів з незадовільними результатами використання ПММА-кісткового цементу, відмінність частотних характеристик статистично незначуща ($p=0,53$). Проте, між наявністю досліджуваного фактору ризику та клінічними результатами використання ПММА-кісткового цементу доведено наявність слабого кореляційного зв'язку ($\tau=-0,28$, $p=0,01$), що свідчить про формування достовірно гірших клінічних результатів лікування у курців.

В подальшому оцінювали частоту та структуру факторів ризику, обумовлених проведенням лікуванням. Середня тривалість хірургічного втручання становила $48,33 \pm 29,88$ хв. Середня тривалість операції у обстежених з відмінними результатами лікування складала $53,64 \pm 37,22$ хв., у осіб з хорошими показниками – $44,29 \pm 25,03$ хв., $41,11 \pm 22,19$ хв. – у пацієнтів з задовільними значеннями, найвищі значення середнього показника встановлено у обстежених незадовільними результатами використання ПММА-кісткового цементу – $61,00 \pm 39,27$ хв. При порівнянні тривалості оперативного втручання у сформованих групах достовірної відмінності показників не доведено ($p=0,80$), значущий кореляційний зв'язок з клінічними результатами лікування відсутній ($\tau=-0,02$, $p=0,84$) (табл. 4.7).

Такий фактор ризику, як виконання гемотрансфузійної терапії, встановлено у 9 (23,08 %) пацієнтів групи, зокрема 4 (44,44 %) осіб з задовільними показниками та всіх – 5 (100,00 %) обстежених з незадовільними результатами використання ПММА-кісткового цементу. При порівнянні частоти досліджуваного фактору у групах доведено статистично значущу відмінність показників ($p \leq 0,00001$). Проведення гемотрансфузійної терапії пов'язано з розвитком достовірно гірших клінічних результатів використання

ПММА-кісткового цементу, що підтверджено наявністю зворотного значного кореляційного зв'язку між показниками ($\tau=-0,58$, $p=0,0000002$).

Таблиця 4.7

Характеристика клінічних результатів використання ПММА-кісткового цементу з урахуванням особливостей проведеного лікування

Фактор ризику	Клінічні результати лікування				p
	відмінні (n=11)	хороші (n=14)	задовільні (n=9)	незадовільні (n=5)	
тривалість операції, хв.	53,64± 37,22	44,29± 25,03	41,11± 22,19	61,00± 39,27	0,80
гемотрансфузія	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	4 (44,44 %)	5 (100,00 %)	≤0,00 001*
рівень Hb до операції, г/л	125,18± 14,53	123,86± 17,98	92,33± 11,14	101,60± 25,15	0,000 3*
< 100 г/л	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	6 (66,67 %)	3 (60,00 %)	0,000 1*
рівень Hb після операції	118,55± 14,78	115,00± 13,31	93,56± 7,72	97,00± 26,53	0,001 *
< 100 г/л	1 (9,09 %)	1 (7,14 %)	7 (77,78 %)	4 (80,00 %)	0,000 2*
клас ASA	2,55± 0,52	2,64± 0,50	2,78± 0,44	2,80± 0,45	0,65
клас 1-2	5 (45,45 %)	5 (35,71 %)	2 (22,22 %)	1 (20,00 %)	0,65
клас 3-4	6 (54,55 %)	9 (64,29 %)	7 (77,78 %)	4 (80,00 %)	0,65

*Примітка. Доведено статистично значущу відмінність показників при $p \leq 0,05$.

Середній рівень Нб, встановлений при первинному зверненні до виконання хірургічного втручання, складав $114,10 \pm 21,50$ г/л. При порівнянні показників Нб, встановлених до операції, у групах, сформованих з урахуванням клінічних результатів використання ПММА-кісткового цементу доведено їх статистично значущу відмінність ($p=0,0003$). Вищі значення Нб встановлено у обстежених з відмінними та хорошими результатами лікування – $125,18 \pm 14,53$ г/л та $123,86 \pm 17,98$ г/л відповідно, у пацієнтів з задовільними та незадовільними клінічними показниками середній рівень Нб становив $92,33 \pm 11,14$ г/л та $101,60 \pm 25,15$ г/л, відповідно. Достовірно кращі клінічні результати використання ПММА-кісткового цементу доведено у обстежених з вищими значеннями Нб, встановленими до хірургічного втручання, що підтверджено прямим значним кореляційним зв'язком між показниками ($\tau=+0,50$, $p=0,000006$) (рис. 4.7).

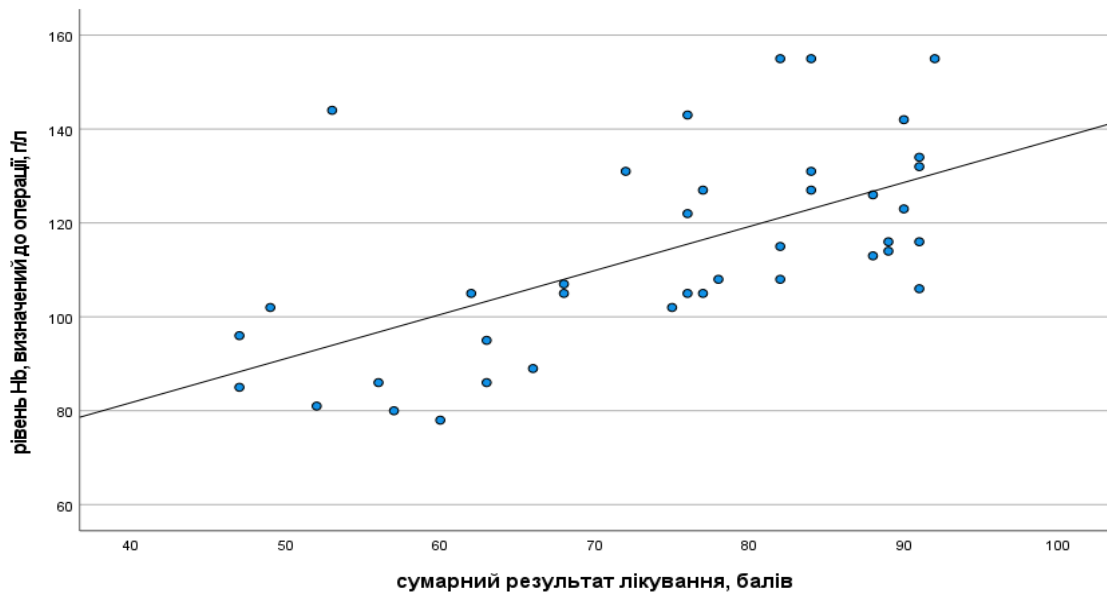


Рис. 4.7 Діаграма розсіювання показників Нб, визначених до операції, з урахуванням клінічних результатів лікування

Значення Нб < 100 г/л при первинному зверненні спостерігали у 9 (23,08 %) хворих групи. Подібні показники зафіксовано у більшості обстежених з задовільними та незадовільними результатами лікування – 6 (66,67 %) та

3 (60,00 %) відповідно, у пацієнтів решти груп значень $Hb < 100$ г/л в передопераційному періоді не встановлено у жодному випадку, відмінність частотних характеристик статистично значуща ($p=0,0001$). У поранених зі значеннями $Hb < 100$ г/л, встановленими в передопераційному періоді, доведено формування достовірно гірших клінічних результатів використання ПММА-кісткового цементу у віддаленому періоді ($\tau=-0,54$, $p=0,000001$).

Середній рівень Hb , визначений в післяопераційному періоді, становив $108,74 \pm 17,88$ г/л. Вищі значення показника спостерігали у пацієнтів з відмінними та хорошими результатами використання ПММА-кісткового цементу – $118,55 \pm 14,78$ та $115,00 \pm 13,31$ г/л відповідно, порівняно з показниками, визначеними у обстежених з задовільними значеннями – $93,56 \pm 7,72$ г/л та осіб з незадовільними результатами лікування – $97,00 \pm 26,53$ г/л. При порівнянні показників Hb , визначених в післяопераційному періоді, у досліджуваних групах доведено їх статистично значущу відмінність ($p=0,001$). Достовірно кращі клінічні результати використання ПММА-кісткового цементу доведено у пацієнтів з вищими показниками Hb , визначеними в післяопераційному періоді ($\tau=+0,49$, $p=0,00001$) (рис. 4.8).

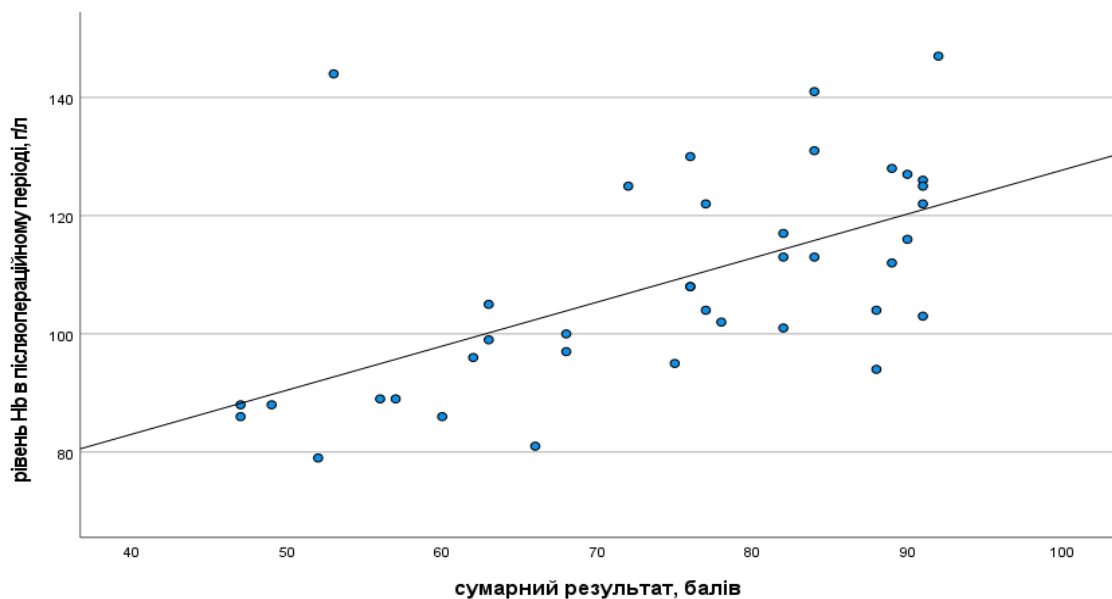


Рис. 4.8 Діаграма розсіювання показників Hb , визначених після операції, з урахуванням клінічних результатів лікування

Значення $Hb < 100$ г/л в післяопераційному періоді встановлено у 13 (33,33 %) хворих групи. Зокрема подібні показники зафіксовано у переважної більшості обстежених з задовільними та незадовільними результатами використання ПММА-кісткового цементу – 7 (77,78 %) та 4 (80,00 %) відповідно, а також 1 (9,09 %) хворого з відмінним клінічним показником та 1 (7,14 %) пацієнта з хорошим значенням. При порівнянні частотних показників у сформованих групах доведено їх статистично значущу відмінність ($p=0,0002$). Встановлено достовірно гірші клінічні результати використання ПММА-кісткового цементу у поранених зі значеннями $Hb < 100$ г/л, встановленими в післяопераційному періоді, що підтверджено зворотним значним кореляційним зв'язком ($\tau=-0,56$, $p=0,0000005$).

Характеризуючи фізичний статус обстежених, встановлено, що середній показник за класифікацією ASA складав $2,67 \pm 0,48$. У пацієнтів з відмінними результатами використання ПММА-кісткового цементу середній показник фізичного статусу обстежених складав $2,55 \pm 0,52$, у хворих з хорошими значеннями – $2,64 \pm 0,50$, дещо вищі значення зафіксовано у осіб з задовільними та незадовільними значеннями – $2,78 \pm 0,44$ та $2,80 \pm 0,45$ відповідно, відмінність статистично незначуща ($p=0,65$). Достовірно кращі клінічні результати використання ПММА-кісткового цементу доведено у поранених з меншими значеннями фізичного статусу за ASA, що підтверджено наявністю зворотного слабкого кореляційного зв'язку між досліджуваними ознаками ($\tau=-0,26$, $p=0,02$).

У 13 (33,33 %) хворих групи встановлено показники фізичного статусу 1-2 класу, які спостерігали у 5 (45,45 %) пацієнтів з відмінними клінічними показниками використання ПММА-кісткового цементу, 5 (35,71 %) хворих з хорошими значеннями, 2 (22,22 %) осіб з задовільними показниками та 1 (20,00 %) обстеженого з незадовільним результатом лікування, відмінність статистично недостовірна ($p=0,65$). Наявність показники фізичного статусу 1-2 класу у поранених пов'язана з формуванням значущо кращих клінічних

показників, що підтверджено прямим слабким кореляційним зв'язком між показниками ($\tau=+0,26$, $p=0,02$).

Клас фізичного статусу за ASA 3-4 спостерігали у 26 (66,67 %) пацієнтів групи. Зокрема показники фізичного статусу 3-4 класу встановлено у переважної більшості обстежених усіх груп – 6 (54,55 %) хворих з відмінними показниками, 9 (64,29 %) осіб з хорошими значеннями, 7 (77,78 %) пацієнтів з задовільними результатами лікування та 4 (80,00 %) обстежених з незадовільними клінічними показниками використання ПММА-кісткового цементу. При порівнянні частотних характеристик фізичного статусу пацієнтів за ASA 3-4 класу у сформованих групах достовірної відмінності не доведено ($p=0,65$). Варто відмітити, що у пацієнтів зі значеннями фізичного статусу за ASA 3-4 класу доведено достовірно гірші результати використання ПММА-кісткового цементу у віддаленому післяопераційному періоді ($\tau=-0,26$, $p=0,02$).

4.2 Клінічні результати використання ПММА-кісткового цементу при остеопластиці вогнепальних переломів з дефектами кісткової тканини, враховуючи особливості стану мікробіоценозу бойових ран

Бактеріологічне дослідження вмісту ран пацієнтів з вогнепальними переломами з дефектами кісткової тканини було виконано у 31 випадку, відсутність росту мікрофлори спостерігали у 1 (3,23 %) зразку, у 30 (96,77 %) – при посіві виділено збудників інфекційних хвороб.

Аналізуючи стан мікробіоценозу ран обстежених, у переважній більшості випадків – 22 (73,33 %) зафіксовано представників грамнегативної мікрофлори, у 8 (26,67 %) зразках – грампозитивної (табл. 4.8).

Серед грамнегативних мікроорганізмів, ізольованих з бойових ран, переважали неферментуючі палички, які ідентифіковано у 14 (46,67 %) зразках, у 8 (26,67 %) випадках росту виділено мікроорганізми родини *Enterobacteriaceae*.

Порівняльна характеристика результатів мікробіологічного дослідження бойових ран обстежених хворих

	Клінічні результати лікування				p
	відмінні (n=9)	хороші (n=8)	задовільні (n=8)	незадовільні (n=5)	
Грамнегативні мікроорганізми	4 (44,44 %)	5 (62,50 %)	8 (100,00 %)	5 (100,00 %)	0,03*
родина <i>Enterobacteriaceae</i>	1 (11,11 %)	2 (25,00 %)	3 (37,50 %)	2 (40,00 %)	0,57
рід <i>Enterobacter</i>	1 (11,11 %)	0 (0,00 %)	2 (25,00 %)	0 (0,00 %)	0,34
рід <i>Klebsiella</i>	0 (0,00 %)	2 (25,00 %)	1 (12,50 %)	2 (40,00 %)	0,25
неферментуючі палички	3 (33,33 %)	3 (37,50 %)	5 (62,50 %)	3 (60,00 %)	0,57
рід <i>Acinetobacter</i>	1 (11,11 %)	3 (37,50 %)	3 (37,50 %)	2 (40,00 %)	0,55
рід <i>Pseudomonas</i>	2 (22,22 %)	0 (0,00 %)	2 (25,00 %)	1 (20,00 %)	0,54
Грампозитивні мікроорганізми	5 (55,56 %)	3 (37,50 %)	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	0,03*
рід <i>Staphylococcus</i>	3 (33,33 %)	2 (25,00 %)	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	0,20
рід <i>Bacillus</i>	2 (22,22 %)	1 (12,50 %)	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	0,41
Мікроорганізми групи ESKAPE	3 (33,33 %)	4 (50,00 %)	8 (100,00 %)	4 (80,00 %)	0,03*

*Примітка. Доведено статистично значущу відмінність показників при $p \leq 0,05$.

Враховуючи специфіку мікробного спектру ран обстежених з урахуванням клінічного результату використання ПММА-кісткового цементу, грамнегативні мікроорганізми зафіксовано у всіх обстежених з задовільними та незадовільними клінічними показниками – 8 (100,00 %) та 5 (100,00 %) відповідно, а також 5 (62,50 %) пацієнтів з хорошими значеннями та 4 (44,44 %) хворих з відмінними результатами лікування. При порівнянні частоти ідентифікації грамнегативних патогенів у сформованих групах доведено статистично значущу відмінність показників ($p=0,03$). Окрім того, у пацієнтів із вогнепальними пораненнями, контамінованими грамнегативною мікрофлорою доведено достовірно гірші клінічні результати використання ПММА-кісткового цементу, що підтверджено наявністю зворотного помірною кореляційного зв'язку між показниками ($\tau=-0,48$, $p=0,0002$).

У мікробному профілі грамнегативних неферментуючих паличок 9 (30,00 %) ізолятів належали до роду *Acinetobacter*, 5 (16,67 %) – до роду *Pseudomonas*. Серед ізолятів роду *Acinetobacter*, штам *Acinetobacter baumannii* ідентифіковано у переважній більшості – 8 (26,67 %) зразках, у 1 (11,11 %) випадку збудник не типовано. У складі роду *Pseudomonas*, *Pseudomonas aeruginosa* зафіксовано у 4 (13,33 %) випадках, у 1 (11,11 %) випадку встановити видову належність збудника не вдалося.

Враховуючи клінічні результати використання ПММА-кісткового цементу, грамнегативні неферментуючі палички ідентифіковано у вмісті ран більшості пацієнтів з задовільними значеннями та незадовільними показниками – 5 (62,50 %) та 3 (60,00 %), а також 3 (33,33 %) хворих з відмінними значеннями і ще 3 (37,50 %) поранених з хорошими результатами лікування, відмінність частотних характеристик недостовірна ($p=0,57$), кореляційний зв'язок статистично незначущий ($\tau=-0,18$, $p=0,17$).

Бактерії роду *Pseudomonas* ідентифіковано при мікробіологічному дослідженні вмісту ран 2 (22,22 %) пацієнтів з відмінним результатом, 2 (25,00 %) обстежених з задовільними значеннями та 1 (20,00 %) пораненого з незадовільним показником лікування, відмінність статистично незначуща

($p=0,54$). Достовірний кореляційний зв'язок з результатами використання ПММА-кісткового цементу відсутній ($\tau=-0,04$, $p=0,76$). Ізоляти роду *Acinetobacter* ідентифіковано у вмісті ран 1 (11,11 %) пораненого з відмінним показником, 3 (37,50 %) хворих з хорошими значеннями, 3 (37,50 %) осіб з задовільними показниками та 2 (40,00 %) пацієнтів з незадовільними результатами лікування, відмінність встановлених частотних характеристик статистично незначуща ($p=0,55$), кореляційний зв'язок недостовірний ($\tau=-0,16$, $p=0,22$).

Серед представників родини *Enterobacteriaceae* у 5 (16,67 %) випадках ізоляти належали до роду *Klebsiella*, у 3 (10,00 %) випадках – до роду *Enterobacter*. Серед ізольованих штамів роду *Klebsiella*, у 3 (10,00 %) зразках висіяно *Klebsiella pneumoniae*, у 1 (2,50 %) випадку збудника не вдалося типувати. Усі ізоляти мікроорганізмів роду *Enterobacter* ідентифіковані як *Enterobacter cloacae*.

При мікробіологічному дослідженні ран бактерії родини *Enterobacteriaceae* встановлено у 1 (11,11 %) пацієнта з відмінними результатами, 2 (25,00 %) хворих з хорошими значеннями, 3 (37,50 %) обстежених з задовільними показниками та 2 (40,00 %) поранених з незадовільними результатами використання ПММА-кісткового цементу, відмінність частот недостовірною ($p=0,57$). Однак, ідентифікація мікроорганізмів родини *Enterobacteriaceae* у рановому вмісті асоційована з розвитком значущо гірших результатів лікування ($\tau=-0,28$, $p=0,03$).

Ізоляти роду *Enterobacter* виділено при бактеріологічному дослідженні вмісту ран 1 (11,11 %) хворого з хорошим клінічним показником та 2 (25,00 %) обстежених з задовільним значеннями, відмінність показників недостовірною ($p=0,34$), значущий кореляційний зв'язок з клінічними результатами використання ПММА-кісткового цементу відсутній ($\tau=-0,07$, $p=0,59$).

Представників роду *Klebsiella* ідентифіковано у вмісті ран 2 (25,00 %) поранених з хорошими клінічними показниками, 1 (12,50 %) обстеженого з

задовільним значенням та 2 (40,00 %) поранених з незадовільними результатами лікування. Не дивлячись на відсутність достовірної відмінності показників, що характеризували частоту ідентифікації бактерій роду *Klebsiella* у сформованих групах ($p=0,25$), наявність вказаних збудників асоційована з формуванням значущо гірших результатів використання ПММА-кісткового цементу ($\tau=-0,28$, $p=0,03$).

У структурі грампозитивної мікробіоти вогнепальних ран, грампозитивні коки, представлені бактеріями роду *Staphylococcus*, виділено у 5 (16,67 %) випадках, у 3 (10,00 %) зразках ідентифіковано грампозитивні палички, які належали до роду *Bacillus*.

Серед ізольованих штамів роду *Staphylococcus*, *Staphylococcus haemolyticus* виділено у 4 (13,33 %) зразках, у 1 (3,33 %) випадку збудника ідентифіковано як *Staphylococcus aureus*. Мікроорганізми роду *Bacillus* у 2 (6,67 %) випадках належали до виду *Bacillus cereus*, у 1 (3,33 %) випадку типування збудника виконати не вдалося.

Грампозитивні мікроорганізми ідентифіковано у рановому вмісті більшості – 5 (55,56 %) пацієнтів з відмінними результатами використання ПММА-кісткового цементу та 3 (37,50 %) обстежених з хорошими показниками, у хворих решти груп вказані бактерії не фіксували, відмінність частотних значень достовірна ($p=0,03$). У пацієнтів з вогнепальними пораненнями, контамінованими грампозитивною флорою доведено формування достовірно кращих клінічних результатів використання ПММА-кісткового цементу, що підтверджено наявністю прямого помірною кореляційного зв'язку між показниками ($\tau=+0,48$, $p=0,0002$).

Ізоляти роду *Staphylococcus* зафіксовано у 3 (33,33 %) хворих з відмінними клінічними показниками та 2 (25,00 %) обстежених з хорошими значеннями, відмінність частот статистично незначуща ($p=0,20$). Варто відмітити, що наявність бактерій роду *Staphylococcus* у рановому вмісті обстежених з вогнепальними пораненнями асоційована з розвитком значущо

кращих результатів використання ПММА-кісткового цементу ($\tau=+0,32$, $p=0,01$).

Мікроорганізми роду *Bacillus* зафіксовано у ранах 2 (22,22 %) хворих з відмінними клінічними показниками та 1 (12,50 %) пацієнта з хорошим результатом лікування, відмінність частотних характеристик статистично незначуща ($p=0,41$). Ідентифікація ізолятів роду *Bacillus* при мікробіологічному дослідженні ран пов'язана з достовірно кращими клінічними результатами використання ПММА-кісткового цементу ($\tau=+0,31$, $p=0,02$).

Характеристика стану мікробіоценозу ран обстежених хворих графічно представлена на рисунку 4.9.

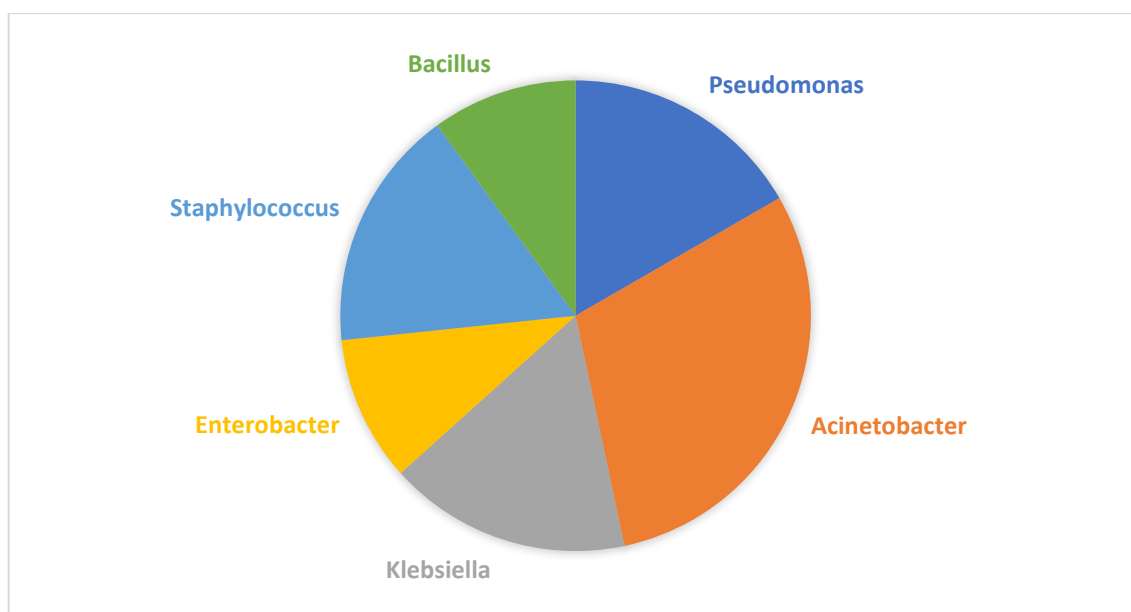


Рис. 4.9 Секторна діаграма результатів бактеріологічного дослідження ран обстежених хворих

Додатково аналізували частоту ідентифікації збудників групи *ESKAPE* у рановому вмісті пацієнтів з вогнепальними пораненнями. Бактерії групи *ESKAPE* встановлено у 19 (48,72 %) випадках, зокрема у 3 (33,33 %) пацієнтів з відмінними результатами використання ПММА-кісткового цементу, 4 (50,00 %) осіб з хорошими значеннями, усіх хворих з задовільними показниками – 8

(100,00 %) та більшості – 4 (80,00 %) обстежених з незадовільним результатами лікування. При порівнянні частотних показників з урахуванням клінічного результату лікування доведено їх достовірну відмінність ($p=0,03$). Ідентифікація збудників групи *ESKAPE* при мікробіологічному дослідженні вмісту ран пов'язана зі значущо гіршими результатами використання ПММА-кісткового цементу, що підтверджено зворотним помірним кореляційним зв'язком між показниками ($\tau=-0,44$, $p=0,0006$).

4.3 Фактори прогнозу клінічного результату використання ПММА-кісткового цементу при остеопластиці вогнепальних переломів з дефектами кісткової тканини

Характеристика прогностичної цінності типу пошкодження за Gustilo-Anderson у визначенні клінічного результату використання ПММА-кісткового цементу представлена у таблиці 4.9.

Таблиця 4.9

Прогностична цінність типів пошкодження за Gustilo-Anderson щодо клінічних результатів використання ПММА-кісткового цементу

Тип перелому	Клінічні результати лікування			
	відмінні	хороші	задовільні	незадовільні
II	$p=0,07$	$p=0,67$	$p=0,04$	$p=0,14$
III	$p=0,07$	$p=0,67$	$p=0,04$	$p=0,14$
IIIA	$p=0,97$	$p=0,99$	$p=0,55$	$p=0,41$
IIIB	$p=0,48$	$p=0,50$	$p=0,55$	$p=0,41$
IIIC	$p=0,09$	$p=0,05$	$p=0,92$	$p=0,002$ OR=49,50 CI (3,11-787,04)

У пацієнтів з пошкодженнями типу ІІС встановлено достовірно вищі шанси формування незадовільних результатів лікування у віддаленому післяопераційному періоді (OR=49,50, CI (3,11-787,04), p=0,002). Достовірного впливу решти типів пошкодження щодо визначення клінічних результатів використання ПММА-кісткового цементу не встановлено.

Аналізуючи прогностичну цінність розміру кісткового дефекту щодо клінічних результатів використання ПММА-кісткового цементу у віддаленому післяопераційному періоді, нами встановлено достовірно вищі шанси формування незадовільних результатів лікування у пацієнтів з кістковими дефектами розміром понад 5 см (OR=2,79, CI (1,34-13,34), p=0,001) (табл. 4.10). Значущого впливу решти показників не доведено.

Таблиця 4.10

Прогностична цінність розміру кісткового дефекту щодо клінічних результатів використання ПММА-кісткового цементу

Розмір дефекту	Клінічні результати лікування			
	відмінні	хороші	задовільні	незадовільні
< 3 см	p=0,004	p=0,09	p=0,20	p=0,35
3-5 см	p=0,96	p=0,33	p=0,37	p=0,003
> 5 см	p=0,09	p=0,79	p=0,72	p=0,001 OR=2,79 CI (1,34-13,34)

У пацієнтів з сегментарними кістковими дефектами без укорочення – типу С1, встановленими у відповідності до класифікації дефектів довгих кісток при бойовій травмі кінцівок, доведено достовірно вищі шанси формування відмінних результатів використання ПММА-кісткового цементу у віддаленому післяопераційному періоді (OR=5,25, CI (1,12-24,67), p=0,03) (табл. 4.11). Наявність субтотального кісткового дефекту типу С3 у поранених асоційована з достовірно вищими шансами розвитку незадовільних клінічних

показників у віддаленому періоді після використання ПММА-кісткового цементу (OR=11,25, CI (1,32-95,73), p=0,02).

Таблиця 4.11

Прогностична цінність типу дефекту довгих кісток при бойовій травмі кінцівок щодо клінічних результатів використання ПММА-кісткового цементу

Тип дефекту	Клінічні результати лікування			
	відмінні	хороші	задовільні	незадовільні
B3	p=0,15	p=0,92	p=0,20	p=0,35
C-тип	p=0,15	p=0,92	p=0,20	p=0,35
C1	p=0,03 OR=5,25 CI (1,12-24,67)	p=0,50	p=0,06 OR=0,16 CI (0,02-1,59)	p=0,03
C2	p=0,09	p=0,79	p=0,05 OR=4,67 CI (0,90-24,17)	p=0,94
C3	p=0,02	p=0,65	0,71	p=0,02 OR=11,25 CI (1,32-95,73)

У пацієнтів з кістковими дефектами типу D3 A, визначеними відповідно до класифікації Tetsworth, доведено достовірно вищі шанси формування відмінних клінічних результатів використання ПММА-кісткового цементу у віддаленому післяопераційному періоді (OR=8,00, CI (1,56-40,92), p=0,006) (табл. 4.12). Достовірно вищі шанси розвитку незадовільних клінічних результатів використання ПММА-кісткового цементу доведено у обстежених з кістковими дефектами типу D3 C (OR=30,00, CI (2,44-368,83), p=0,002).

Таблиця 4.12

Прогностична цінність типу кісткового дефекту за Tetsworth щодо клінічних результатів використання ПММА-кісткового цементу

Тип	Клінічні результати лікування			
	відмінні	хороші	задовільні	незадовільні
D3 A	p=0,006 OR=8,00 CI (1,56-40,92)	p=0,79	p=0,24	p=0,02
D3 B	p=0,27	p=0,40	p=0,32	p=0,29
D3 C	p=0,01	p=0,46	p=0,89	p=0,002 OR=30,00 CI (2,44-368,83)

Аналізуючи вплив локалізації кісткового дефекту, достовірно вищі шанси формування задовільних результатів використання ПММА-кісткового цементу доведено у пацієнтів з вогнепальними переломами стегнової кістки з дефектами кісткової тканини (OR=7,20, CI (1,15-45,12), p=0,03) (табл. 4.13).

Таблиця 4.13

Прогностична цінність локалізації кісткового дефекту щодо клінічних результатів використання ПММА-кісткового цементу

Локалізація дефекту	Клінічні результати лікування			
	відмінні	хороші	задовільні	незадовільні
плече	p=0,11	p=0,84	p=0,09	p=0,22
передпліччя	p=0,36	p=0,67	p=0,04	p=0,90
стегно	p=0,34	p=0,65	p=0,03 OR=7,20 CI (1,15-45,12)	p=0,14
гомілка	p=0,51	p=0,72	p=0,91	p=0,19

Достовірного впливу персоніфікованих факторів ризику таких, як вік та куріння на клінічні результати використання ПММА-кісткового цементу в лікуванні вогнепальних переломів з дефектами кісткової тканини не доведено (табл. 4.14).

Таблиця 4.14

Прогностична цінність персоніфікованих факторів ризику щодо клінічних результатів використання ПММА-кісткового цементу

Фактор ризику	Клінічні результати лікування			
	відмінні	хороші	задовільні	незадовільні
вік				
18-45 років	p=0,49	p=0,65	p=0,55	p=0,45
46-60 років	p=0,49	p=0,65	p=0,55	p=0,45
куріння	p=0,22	p=0,89	p=0,68	p=0,18

Аналізуючи прогностичну цінність факторів ризику, пов'язаних з проведеним лікуванням, встановлено, що наявність значень $Hb < 100$ г/л, визначених при первинному зверненні до проведення операції, пов'язана з достовірно вищими шансами формування задовільних результатів використання ПММА-кісткового цементу (OR=18,00, CI (2,72-119,20), p=0,0008) (табл. 4.15). Наявність значень $Hb < 100$ г/л, визначених в післяопераційному періоді, асоційована зі значущо нижчими шансами розвитку хороших клінічних показників (OR=0,08, CI (0,009-0,79), p=0,005) та вищим ризиком формування задовільних та незадовільних результатів використання ПММА-кісткового цементу у віддаленому післяопераційному періоді (OR=14,00, CI (2,16-90,79), p=0,001 та OR=11,11, CI (1,01-122,28), p=0,02 відповідно).

Таблиця 4.15

Прогностична цінність факторів ризику, обумовлених лікуванням, щодо клінічних результатів використання ПММА-кісткового цементу

Фактор ризику	Клінічні результати лікування			
	відмінні	хороші	задовільні	незадовільні
гемотрансфузія	p=0,008	p=0,002	p=0,10	p=0,00003
рівень Hb визначений до операції				
< 100 г/л	p=0,008	p=0,002	p=0,0008 OR=18,00 CI (2,72-119,20)	p=0,05 OR=7,00 CI (0,89-55,04)
рівень Hb встановлений в післяопераційному періоді				
< 100 г/л	p=0,03 OR=7,50 CI (0,78-71,99)	p=0,005 OR=0,08 CI (0,009-0,79)	p=0,001 OR=14,00 CI (2,16-90,79)	p=0,02 OR=11,11 CI (1,01-122,28)
клас фізичного статусу за ASA				
клас 1-2	p=0,32	p=0,81	p=0,41	p=0,48
клас 3-4	p=0,32	p=0,81	p=0,41	p=0,48

Аналізуючи результати мікробіологічних досліджень, встановлено, що наявність представників грампозитивної мікрофлори у бойових ранах підвищує шанси формування відмінних результатів використання ПММА-кісткового цементу (OR=7,50, CI (1,15-48,97), p=0,02), натомість наявність грамнегативних патогенів знижує шанси розвитку відмінних клінічних показників (OR=0,13, CI (0,02-0,87), p=0,02) (табл. 4.16). Ідентифікації у вмісті ран мікроорганізмів групи *ESKAPE* пов'язана з нижчими шансами формування відмінних клінічних показників (OR=0,16, CI (0,03-0,93), p=0,03) та вищими шансами розвитку задовільних результатів використання ПММА-кісткового цементу (OR=2,79, CI (1,35-13,35), p=0,003).

Прогностична цінність результатів мікробіологічного дослідження ран щодо клінічних результатів лікування

Мікробіологічний компонент	Клінічні результати лікування			
	відмінні	хороші	задовільні	незадовільні
ідентифікація збудників інфекційних хвороб	p=0,40	p=0,44	p=0,11	p=0,55
Грамнегативні мікроорганізми	p=0,02 OR=0,13 CI (0,02-0,87)	p=0,43	p=0,01	p=0,06
родина <i>Enterobacteriaceae</i>	p=0,18	p=0,90	p=0,43	p=0,47
рід <i>Enterobacter</i>	p=0,90	p=0,16	p=0,12	p=0,28
рід <i>Klebsiella</i>	p=0,046	p=0,47	p=0,71	p=0,16
неферментуючі палички	p=0,33	p=0,54	p=0,29	p=0,51
рід <i>Acinetobacter</i>	p=0,12	p=0,59	p=0,59	p=0,60
рід <i>Pseudomonas</i>	p=0,60	p=0,06	p=0,47	p=0,83
Грампозитивні мікроорганізми	p=0,02 OR=7,50 CI (1,15-48,97)	p=0,43	p=0,01	p=0,06
рід <i>Staphylococcus</i>	p=0,12	p=0,47	p=0,06	p=0,16
рід <i>Bacillus</i>	p=0,16	p=0,79	p=0,16	p=0,28
Мікроорганізми групи ESKAPE	p=0,03 OR=0,16 CI (0,03-0,93)	p=0,37	p=0,003 OR=2,79 CI (1,35-13,35)	p=0,38

Окрім того, варто відмітити, відсутність достовірного впливу загальної ідентифікації збудників інфекційних хвороб у рановому вмісті пацієнтів з вогнепальними переломами з дефектами кісткової тканини щодо клінічних результатів використання ПММА-кісткового цементу.

Резюме. В результаті проведеного аналізу віддалених клінічних результатів використання ПММА-кісткового цементу в лікуванні пацієнтів з вогнепальними переломами з дефектами кісткової тканини підтверджено високу ефективність досліджуваної методики. Середній клінічний результат використання ПММА-кісткового цементу у пацієнтів досліджуваної групи, визначений у віддаленому післяопераційному періоді, становив $74,51 \pm 14,24$ балів та відповідав хорошим значенням. Відмінні результати лікування встановлено у 11 (28,20 %) обстежених, хороші – у 14 (35,90 %) хворих, у 9 (23,08 %) пацієнтів зафіксовано задовільні значення, у 5 (12,82 %) осіб клінічні показники визначали як незадовільні.

При виборі оптимального методу заміщення кісткового дефекту, використання ПММА-кісткового цементу рекомендуємо за наявності наступних критеріїв:

- сегментарні кісткові дефекти без укорочення – типу C1, визначені відповідно до класифікації дефектів довгих кісток при бойовій травмі кінцівок (OR=5,25, CI (1,12-24,67), p=0,03);
- кісткові дефекти типу D3 A, встановлені відповідно до класифікації Tetsworth (OR=8,00, CI (1,56-40,92), p=0,006);
- ідентифікація представників грампозитивної мікрофлори у бойових ранах (OR=7,50, CI (1,15-48,97), p=0,02).

Додатковими факторами, асоційованими з достовірно кращими клінічними результатами використання ПММА-кісткового цементу, які

рекомендуємо враховувати при виборі оптимального методу заміщення дефектів, є:

- відкритий перелом типу II за Gustilo-Anderson ($\tau=+0,27$, $p=0,02$);
- кісткові дефекти розмірами до 3 см ($\tau=+0,31$, $p=0,006$);
- кісткові дефекти типу B3, встановлені відповідно до класифікації дефектів довгих кісток при бойовій травмі кінцівок ($\tau=+0,24$, $p=0,03$);
- вогнепальні переломи плечової кістки ($\tau=+0,31$, $p=0,005$);
- рівень Hb ≥ 100 г/л, визначений в передопераційному періоді ($\tau=+0,54$, $p=0,000001$);
- показники фізичного статусу за ASA 1-2 класу ($\tau=+0,26$, $p=0,02$);
- ідентифікація представників грампозитивної мікрофлори при мікробіологічному дослідженні рани, зокрема наявність бактерій роду *Staphylococcus* ($\tau=+0,32$, $p=0,01$) чи ідентифікація ізолятів роду *Bacillus* ($\tau=+0,31$, $p=0,02$).

Застосування використання ПММА-кісткового цементу не рекомендуємо у наступних випадках:

- пошкодження типу III за Gustilo-Anderson (OR=49,50, CI (3,11-787,04), $p=0,002$);
- кісткові дефекти розміром понад 5 см (OR=2,79, CI (1,34-13,34), $p=0,001$);
- субтотальні кісткові дефекти типу C3, відповідно до класифікації дефектів довгих кісток при бойовій травмі кінцівок (OR=11,25, CI (1,32-95,73), $p=0,02$);
- кісткові дефекти типу D3 C відповідно до класифікації Tetsworth (OR=30,00, CI (2,44-368,83), $p=0,002$);
- вогнепальні переломи стегнової кістки з дефектами кісткової тканини (OR=7,20, CI (1,15-45,12), $p=0,03$);

- наявність значень Нв < 100 г/л, визначених при первинному зверненні до проведення операції (OR=18,00, CI (2,72-119,20), p=0,0008);
- ідентифікація збудників групи *ESKAPE* у рановому вмісті (OR=2,79, CI (1,35-13,35), p=0,003).

Додатковими чинниками, пов'язаними з достовірно гіршими клінічними результатами використання ПММА-кісткового цементу у віддаленому післяопераційному періоді, є:

- пошкодження типу III за Gustilo-Anderson ($\tau=-0,27$, p=0,02);
- кісткові дефекти типу C2 ($\tau=-0,22$, p=0,05), субтотальні кісткові дефекти типу C3 ($\tau=-0,39$, p=0,0004), встановлені відповідно до класифікації дефектів довгих кісток при бойовій травмі кінцівок;
- куріння ($\tau=-0,28$, p=0,01);
- проведення гемотрансфузійної терапії ($\tau=-0,58$, p=0,0000002);
- значення фізичного статусу за ASA 3-4 класу ($\tau=-0,26$, p=0,02);
- вогнепальні поранення, контаміновані грамнегативною мікрофлорою ($\tau=-0,48$, p=0,0002), зокрема ідентифікація мікроорганізмів родини *Enterobacteriaceae* у рановому вмісті ($\tau=-0,28$, p=0,03), у тому числі бактерій роду *Klebsiella* ($\tau=-0,28$, p=0,03).

Матеріали розділу відображено у наступній публікації здобувача:

1. Фіщенко, В. О., & Литвинюк, О. М. (2025). Клінічна ефективність використання ПММА-цементу в лікуванні вогнепальних переломів з дефектами кісткової тканини. *Клінічна та експериментальна патологія*, 24(3), 30–38. <https://doi.org/10.24061/1727-4338.XXIV.3.93.2025.05>
2. Фіщенко, В. О., & Литвинюк, О. М. (2025). Мікробіологічні предиктори клінічної ефективності остеопластики вогнепальних переломів із використанням поліметилметакрилатного кісткового цементу. *Art of Medicine*, 36(4), 58–64. <https://doi.org/10.21802/artm.2025.4.36.58>

РОЗДІЛ 5

АЛГОРИТМ ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНОГО МЕТОДУ ОСТЕОПЛАСТИКИ ДЕФЕКТІВ КІСТКОВОЇ ТКАНИНИ ПРИ ВОГНЕПАЛЬНИХ ПЕРЕЛОМАХ

5.1 Розробка оригінального алгоритму вибору оптимального методу остеопластики дефектів кісткової тканини у пацієнтів з вогнепальними переломами трубчастих кісток

На першому етапі розробки оригінального алгоритму вибору оптимального методу остеопластики дефектів кісткової тканини у пацієнтів з вогнепальними переломами трубчастих кісток здійснено комплексну оцінку впливу статистично значущих факторів ризику, асоційованих із результатами застосування аутологічних кісткових трансплантатів. Основною метою зазначеного етапу було визначення ступеня впливу кожного з чинників на ефективність обраного методу лікування, а також оцінка їх прогностичної цінності для формування обґрунтованої системи вибору хірургічної тактики.

Аналізуючи фактори, пов'язані зі значуще вищими шансами формування відмінного результату аутоспонгіозної остеопластики, застосовували бальну систему оцінювання. За результатами сумації показників, по «+4 бали» присвоювали за наявності пошкодження типу II за класифікацією Gustilo-Anderson, дефекту типу B3 відповідно до класифікації дефектів довгих кісток при бойовій травмі кінцівок, дефекту типу D3 А визначеного згідно класифікації Tetsworth, віку пацієнта в діапазоні 18-45 років, а також у випадку ідентифікації представників роду *Bacillus* у рановому вмісті (табл. 5.1). Такому фактору, як наявність дефекту кісткової тканини розміром до 3 см присвоєно «+3 бали», зважаючи на доведений низький шанс розвитку відмінного клінічного показника у відділеному періоді після аутоспонгіозної остеопластики кісткового дефекту.

**Характеристика факторів ризику, асоційованих з формуванням
відмінних результатів аутоспонгіозної остеопластики**

Критерій оцінки	OR	Бал	τ -Кендалла	Бал	Бал
пошкодження типу II за класифікацією Gustilo-Anderson	OR=14,33, CI (2,71-75,68), p=0,0008	+2	τ =+0,49, p=0,00000007	+2	+4
дефект розміром до 3 см	OR=2,94, CI (6,14-18,14), p=0,00004	+1	τ =+0,36, p=0,00007	+2	+3
дефект типу B3 за класифікацією дефектів при бойовій травмі	OR=7,04, CI (1,36-36,40), p=0,02	+2	τ =+0,43, p=0,000002	+2	+4
дефект типу D3 A за класифікацією Tetsworth	OR=5,53, CI (1,00-30,56), p=0,03	+2	τ =+0,53, p=0,000000004	+2	+4
вік пацієнта в діапазоні 18-45 років	OR=3,56, CI (1,67-7,57), p=0,009	+2	τ =+0,35, p=0,0001	+2	+4
ідентифікація представників роду <i>Bacillus</i> у вмісті рани	OR=51,00, CI (3,22-808,36), p=0,001	+2	τ =+0,36, p=0,0009	+2	+4

Оцінюючи чинники, асоційовані з розвитком хороших результатів аутоспонгіозної остеопластики кісткових дефектів при вогнепальних переломах трубчастих кісток, такому фактору ризику, як наявність відкритого перелому типу IIIA згідно класифікації Gustilo-Anderson присвоювали «+2 бали», у випадку кісткового дефекту розміром від 3 до 5 см – до результату оцінки додавали «+3 бали» (табл. 5.2).

Таблиця 5.2

Характеристика факторів ризику, асоційованих з формуванням хороших результатів аутоспонгіозної остеопластики

Критерій оцінки	OR	Бал	τ -Кендалла	Бал	Бал
пошкодження типу ІІА за класифікацією Gustilo-Anderson	OR=3,86, CI (1,19-12,54), p=0,02	+1	τ =+0,27, p=0,002	+1	+2
кістковий дефект розміром від 3 до 5 см	OR=37,15, CI (4,26-323,87), p=0,000001	+1	τ =+0,40, p=0,00001	+2	+3

Серед факторів, пов'язаних з розвитком задовільних клінічних показників проведеного лікування «-3 бали» присвоювали за наявності пошкодження типу ІІВ за класифікацією Gustilo-Anderson, «-2 бали» додавали у випадку кісткового дефекту типу D3 В, встановленого згідно класифікації Tetsworth (табл. 5.3).

Таблиця 5.3

Характеристика факторів ризику, асоційованих з формуванням задовільних результатів аутоспонгіозної остеопластики

Критерій оцінки	OR	Бал	τ -Кендалла	Бал	Бал
пошкодження типу ІІВ за класифікацією Gustilo-Anderson	OR=5,00, CI (1,45-17,24), p=0,007	-1	τ =-0,47, p=0,0000001	-2	-3
дефект типу D3 В згідно класифікації Tetsworth	OR=5,80, CI (1,63-20,63), p=0,004	-1	τ =-0,20, p=0,03	-1	-2

Більшості факторів, асоційованих з високими шансами розвитку незадовільних клінічних показників аутоспонгіозної остеопластики, зокрема

таким, як пошкодження типу ІІС за класифікацією Gustilo-Anderson, кісткові дефекти типу С3 відповідно до класифікації дефектів довгих кісток при бойовій травмі кінцівок, кісткові дефекти типу D3 С згідно класифікації Tetsworth, вік пацієнтів в діапазоні 46-60 років присвоєно по «-4 бали», натомість «-3 балів» додавали за наявність збудників інфекційних хвороб у рановому вмісті (табл. 5.4).

Таблиця 5.4

**Характеристика факторів ризику, асоційованих з формуванням
незадовільних результатів аутоспонгіозної остеопластики**

Критерій оцінки	OR	Бал	τ -Кендалла	Бал	Бал
пошкодження типу ІІС за класифікацією Gustilo-Anderson	OR=14,4 CI (1,84-112,63) p=0,01	-2	$\tau=-0,34,$ p=0,0002	-2	-4
дефект типу С3 за оцінкою дефектів при бойовій травмі	OR=7,33, CI (1,39-38,70) p=0,02	-2	$\tau=-0,47,$ p=0,0000001	-2	-4
дефект типу D3 С згідно класифікації Tetsworth	OR=343,00, CI (18,01-6533,86) p \leq 0,00000001	-2	$\tau=-0,48,$ p=0,0000001	-2	-4
вік пацієнта в діапазоні 46-60 років	OR=10,64, CI (1,81-62,63), p=0,004	-2	$\tau=-0,35,$ p=0,0001	-2	-4
наявність збудників інфекційних хвороб у вмісті рани	OR=2,68, CI (4,42-15,42), p=0,01	-1	$\tau=-0,42,$ p=0,000003	-2	-3

Додатково враховували вплив факторів ризику, які мали значущі кореляційні зв'язки з клінічними результатами аутоспонгіозної остеопластики, оцінювали їх силу та напрямок. Визначено як предиктори

сприятливого перебігу клінічного відновлення, так і чинники, асоційовані з розвитком ускладнень або незадовільних результатів остеопластики. Усі ідентифіковані параметри інтегровано до системи бальної оцінки, що дозволило кількісно охарактеризувати ступінь їхнього впливу на формування клінічного результату лікування.

Факторами, пов'язаними з кращими клінічними показниками визначено наявність представників грампозитивної мікрофлори у рановому вмісті, у випадку чого присвоювали «+2 бали», по «+1 балу» додавали за наявності кісткового дефекту типу C1, визначеного відповідно до класифікації дефектів довгих кісток при бойовій травмі кінцівок, та фізичного статусу 1-2 класу, встановленого за ASA (табл. 5.5).

Таблиця 5.5

Характеристика факторів ризику, асоційованих з формуванням кращих результатів аутоспонгіозної остеопластики

Критерій оцінки	Кореляційний зв'язок	Бал
кістковий дефект типу C1 за класифікацією дефектів при бойовій травмі кінцівок	$\tau=+0,24, p=0,007$	+1
фізичний статус 1-2 класу за ASA	$\tau=+0,26, p=0,004$	+1
грампозитивні мікроорганізми у вмісті рани	$\tau=+0,32, p=0,004$	+2

Серед чинників, пов'язаних з гіршими результатами застосування аутологічних кісткових трансплантатів «-2 бали» присвоювали у випадку дефекту кісткової тканини розміром понад 5 см, за наявності рівня Нв < 100 г/л, встановленого при первинному зверненні до проведення оперативного втручання, ідентифікації в рановому вмісті представників грамнегативної мікрофлори, а також збудників, що належать до групи *ESKAPE* (табл. 5.6).

Натомість «-1 бал» додавали за наявності кожного з наступних чинників: кісткового дефекту типу C2 відповідно до класифікації дефектів довгих кісток при бойовій травмі кінцівок, куріння, виконання гемотрансфузійної терапії,

фізичного статусу 3-4 класу, встановленого за ASA, а також у випадках ідентифікації представників родини *Enterobacteriaceae*, зокрема *Klebsiella pneumoniae*, при бактеріологічному дослідженні ранового вмісту.

Таблиця 5.6

Характеристика факторів ризику, асоційованих з формуванням гірших результатів аутоспонгіозної остеопластики

Критерій оцінки	Кореляційний зв'язок	Бал
дефект розміром понад 5 см	$\tau=-0,61, p=0,00000000001$	-2
дефект типу C2 за класифікацією дефектів при бойовій травмі кінцівок	$\tau=-0,18, p=0,047$	-1
куріння	$\tau=-0,18, p=0,045$	-1
гемотрансфузійна терапія	$\tau=-0,24, p=0,007$	-1
рівень Hb <100 г/л до операції	$\tau=-0,35, p=0,00009$	-2
фізичний статус 3-4 класу за ASA	$\tau=-0,26, p=0,004$	-1
представники грамнегативної мікрофлори у вмісті рани	$\tau=-0,32, p=0,004$	-2
збудники родини <i>Enterobacteriaceae</i>	$\tau=-0,26, p=0,02$	-1
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	$\tau=-0,22, p=0,04$	-1
представники групи <i>ESKAPE</i>	$\tau=-0,35, p=0,002$	-2

У подальшому проведено оцінку впливу визначених факторів ризику у формуванні клінічних результатів застосування ПММА-кісткового цементу для остеопластики дефектів довгих кісток при вогнепальних переломах трубчастих кісток. Аналогічно до попереднього етапу розробки оригінального алгоритму нами визначено параметри, які значуще пов'язані з ефективністю використання даного остеопластичного матеріалу, а також встановлено їх прогностичну вагомість у контексті загальної моделі вибору оптимальної реконструктивної тактики.

Усім факторам ризику, асоційованим з формуванням відмінних результатів використання ПММА-кісткового цементу, присвоєно по «+4 бали», зокрема типу кісткового дефекту C1 відповідно до класифікації дефектів довгих кісток при бойовій травмі кінцівок, типу D3 А згідно класифікації Tetsworth, а також за наявності грампозитивної мікрофлори у вмісті ран (табл. 5.7).

Таблиця 5.7

Характеристика факторів ризику, асоційованих з формуванням відмінних результатів використання ПММА-кісткового цементу

Критерій оцінки	OR	Бал	τ -Кендалла	Бал	Бал
дефект типу C1 за класифікацією дефектів при бойовій травмі кінцівок	OR=5,25, CI (1,12-24,67), p=0,03	+2	τ =+0,40, p=0,0003	+2	+4
дефект типу D3 А згідно класифікації Tetsworth	OR=8,00, CI (1,56-40,92), p=0,006	+2	τ =+0,44, p=0,00008	+2	+4
наявність грампозитивної мікрофлори у рановому вмісті	OR=7,50, CI (1,15-48,97), p=0,02	+2	τ =+0,48, p=0,0002	+2	+4

Характеристика факторів ризику, асоційованих з формуванням задовільних результатів використання ПММА-кісткового цементу наведена у таблиці 5.8. Зокрема, у випадках, коли при первинному зверненні пацієнта до виконання оперативного втручання рівень Нв становив менше 100 г/л до загальної оцінки додавали «-3 бали». Крім того, «-2 бали» присвоювали при ідентифікації у рановому вмісті збудників, що належать до групи *ESKAPE*, які у більшості випадків пов'язані з вищим ризиком розвитку післяопераційних ускладнень та більш тривалим періодом відновного лікування.

Таблиця 5.8

**Характеристика факторів ризику, асоційованих з формуванням
задовільних результатів використання ПММА-кісткового цементу**

Критерій оцінки	OR	Бал	τ -Кендалла	Бал	Бал
рівень Нв <100 г/л, визначений до операції	OR=18,00, CI (2,72-119,20), p=0,0008	-1	$\tau=-0,54$, p=0,000001	-2	-3
ідентифікація збудників групи <i>ESKAPE</i>	OR=2,79, CI (1,35-13,35), p=0,003	0	$\tau=-0,44$, p=0,0006	-2	-2

Більшості факторів, пов'язаних з розвитком незадовільних результатів використання ПММА-кісткового цементу присвоєно «-4 бали», зокрема наявності пошкодження типу ІІС за класифікацією Gustilo-Anderson, дефекту типу С3 відповідно до класифікації дефектів довгих кісток при бойовій травмі кінцівок, дефекту типу D3 С згідно системи оцінки Tetsworth, натомість, «-2 бали» додавали у випадках кісткового дефекту розміром понад 5 см (табл. 5.9).

Таблиця 5.9

**Характеристика факторів ризику, асоційованих з формуванням
незадовільних результатів використання ПММА-кісткового цементу**

Критерій оцінки	OR	Бал	τ -Кендалла	Бал	Бал
пошкодження типу ІІС за класифікацією Gustilo- Anderson	OR=49,50, CI (3,11-787,04), p=0,002	-2	$\tau=-0,38$, p=0,0006	-2	-4
кістковий дефект розміром понад 5 см	OR=2,79, CI (1,34-13,34), p=0,001	-1	$\tau=-0,29$, p=0,009	-1	-2

Таблиця 5.9 (продовження)

Критерій оцінки	OR	Бал	τ -Кендалла	Бал	Бал
дефект типу С3 за класифікацією дефектів при бойовій травмі кінцівок	OR=11,25, CI (1,32-95,73), p=0,02	-2	$\tau=-0,39$, p=0,0004	-2	-4
дефект типу D3 С згідно класифікації Tetsworth	OR=30,00, CI (2,44-368,83), p=0,002	-2	$\tau=-0,45$, p=0,00007	-2	-4

Узагальнені дані щодо факторів ризику, асоційованих із формуванням кращих результатів використання ПММА-кісткового цементу відображено у таблиці 5.10.

Таблиця 5.10

Характеристика факторів ризику, асоційованих з формуванням кращих результатів використання ПММА-кісткового цементу

Критерій оцінки	Кореляційний зв'язок	Бал
відкритий перелом типу II за класифікацією Gustilo-Anderson	$\tau=+0,27$, p=0,02	+1
дефект розміром до 3 см	$\tau=+0,31$, p=0,006	+2
дефект типу В3 за класифікацією дефектів при бойовій травмі кінцівок	$\tau=+0,24$, p=0,03	+1
фізичний статус 1-2 класу за ASA	$\tau=+0,26$, p=0,02	+1
збудники родини <i>Staphylococcus</i>	$\tau=+0,32$, p=0,01	+2
збудники роду <i>Bacillus</i>	$\tau=+0,31$, p=0,02	+2

Серед чинників пов'язаних з кращими клінічними показниками таким факторам, як наявність кісткового дефекту розміром до 3 см, ідентифікація у рановому вмісті збудників роду *Staphylococcus*, роду *Bacillus* присвоювали по «+2 бали», натомість у випадках відкритого перелому типу II за класифікацією

Gustilo-Anderson, кісткового дефекту типу В3 відповідно до класифікації дефектів довгих кісток при бойовій травмі кінцівок, фізичного статусу 1-2 класу за ASA – до сумарного результату додавали по «+1 балу».

У випадку наявності факторів ризику, асоційованих з формуванням гірших результатів використання ПММА-кісткового цементу «-1 бал» додавали при кістковому дефекті типу С2 відповідно до класифікації дефектів довгих кісток при бойовій травмі кінцівок, у курців, за показників фізичного статусу 3-4 класу відповідно до класифікації ASA, а також за ідентифікації збудників родини *Enterobacteriaceae*, зокрема роду *Klebsiella*, при мікробіологічному дослідженні вмісту ран (табл. 5.11). Натомість «-2 бали» присвоювали таким факторам, як виконання гемотрансфузійної терапії, а також наявність грамнегативних патогенів у рановому вмісті.

Таблиця 5.11

Характеристика факторів ризику, асоційованих з формуванням гірших результатів використання ПММА-кісткового цементу

Критерій оцінки	Кореляційний зв'язок	Бал
дефект типу С2 за класифікацією дефектів при бойовій травмі кінцівок	$\tau=-0,22, p=0,05$	-1
куріння	$\tau=-0,28, p=0,01$	-1
гемотрансфузійна терапія	$\tau=-0,58, p=0,0000002$	-2
фізичний статус 3-4 класу за ASA	$\tau=-0,26, p=0,02$	-1
грамнегативна мікрофлора вмісту ран	$\tau=-0,48, p=0,0002$	-2
збудники родини <i>Enterobacteriaceae</i>	$\tau=-0,28, p=0,03$	-1
збудники роду <i>Klebsiella</i>	$\tau=-0,28, p=0,03$	-1

Для стандартизації прийняття клінічного рішення щодо вибору оптимального методу остеопластики кісткових дефектів нами розроблено бальну систему оцінки, де зазначено ваговий коефіцієнт для кожного прогностичного фактору (табл. 5.12). Сумарна кількість балів для кожного

методу дозволяла охарактеризувати його прогнозовану ефективність. В результаті порівняння сумарних показників обох методів, метод із вищою сумою вважали як більш доцільний у конкретній ситуації. У випадку, коли сумарні результати для обох методів були однаковими, ефективність методик розглядали як еквівалентну, а вибір у подібних ситуаціях залежав від клінічних особливостей та технічних можливостей.

Таблиця 5.12

**Система вибору оптимального методу остеопластики кісткових дефектів
при вогнепальних переломах трубчастих кісток**

Критерій оцінки	Фактор прогнозу	Метод остеопластики	
		кісткова пластика	ПММА- цемент
Тип перелому за класифікацією Gustilo-Anderson	II	+4	+1
	IIIA	+2	0
	IIIB	-3	0
	IIIC	-4	-4
Розмір кісткового дефекту	< 3 см	+3	+2
	3-5 см	+3	0
	> 5 см	-3	-2
Тип дефекту за оцінкою дефектів при бойовій травмі кінцівок	B3	+4	+1
	C1	+1	+4
	C2	-1	-1
	C3	-4	-4
Тип дефекту за класифікацією Tetsworth	D3 A	+4	+4
	D3 B	-2	0
	D3 C	-4	-4

Таблиця 5.12 (продовження)

Критерій оцінки	Фактор прогнозу	Метод остеопластики	
		кісткова пластика	ПММА-цемент
Вік пацієнта	18-45 років	+4	0
	46-60 років	-4	0
Індивідуальні фактори	Куріння	-1	-1
	Гемотрансфузійна терапія	-1	-2
	Рівень Нв <100 г/л до операції	-2	-3
Фізичний статус за ASA	клас 1-2	+1	+1
	клас 3-4	-1	-1
Мікробіологічний компонент	Ідентифікація збудників	-3	0
	Грамнегативні мікроорганізми	-2	-2
	родини <i>Enterobacteriaceae</i>	0	-1
	роду <i>Klebsiella</i>	-1	-1
	Грампозитивні мікроорганізми	+2	+4
	роду <i>Staphylococcus</i>	0	+2
	роду <i>Bacillus</i>	+4	+2
	Збудники групи <i>ESKAPE</i>	-2	-2

5.2 Характеристика результатів застосування оригінального алгоритму вибору оптимального методу остеопластики дефектів кісткової тканини у пацієнтів з вогнепальними переломами трубчастих кісток

Аналізуючи результати застосування оригінального алгоритму вибору оптимального методу остеопластики дефектів кісткової тканини, у більшості пацієнтів проспективної групи з вогнепальними переломами трубчастих кісток визначено хороші результати лікування – 18 (40,91 %), у 14 (31,82 %) поранених встановлено відмінні клінічні показники, у 11 (25,00 %) – задовільні, у 1 (2,27 %) обстеженого – незадовільні (рис. 5.1). Середній

результат лікування становив $82,00 \pm 10,73$ балів та відповідав хорошим значенням (табл. 5.13). Окрім того, між значеннями розробленого індексу та сумарними клініко-функціональними показниками доведено прямий значний кореляційний зв'язок ($\tau=+0,62$, $p<0,000001$), що свідчить про формування кращих результатів лікування у пацієнтів з вищими значеннями індексу.

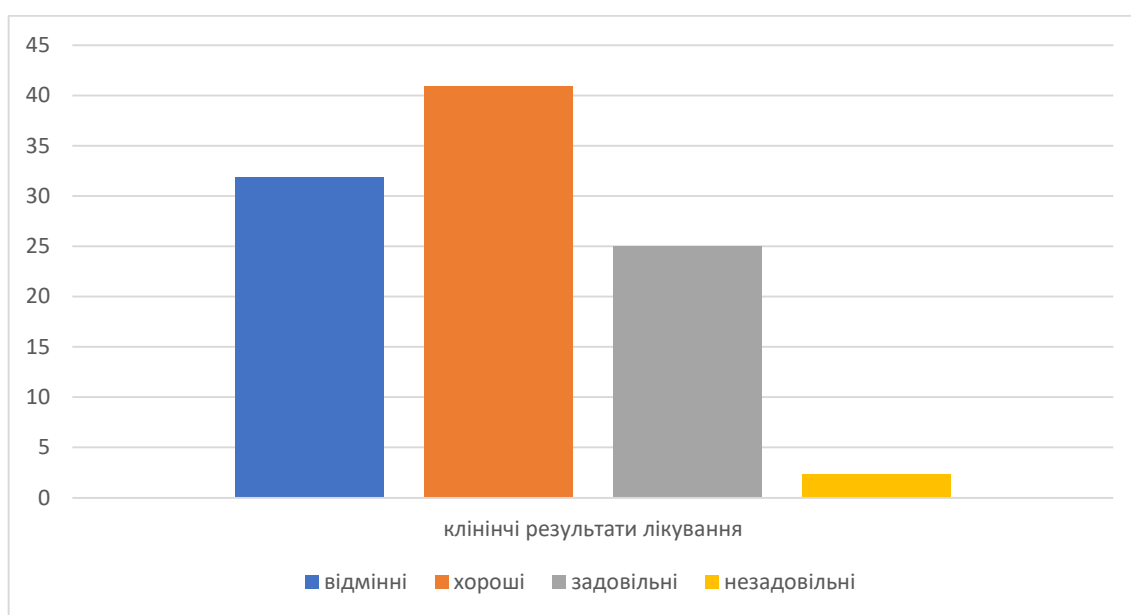


Рис. 5.1 Діаграма клінічних результатів остеопластики кісткового дефекту пацієнтів проспективної групи

Середній показник інтенсивності больового синдрому у пацієнтів проспективної групи становив $16,73 \pm 2,63$ балів. У переважній більшості пацієнтів групи – 24 (54,54 %), встановлено ознаки нетривалого больового синдрому, у 14 (31,82 %) поранених больовий синдром був відсутній, у 6 (13,64 %) обстежених – виникав після навантаження. Больовий синдром, зумовлений обмеженням функції кінцівки не спостерігали у жодному випадку. Між показниками інтенсивності болю та значеннями розробленого індексу доведено наявність прямого помірної кореляційного зв'язку ($\tau=+0,40$, $p=0,0001$), що свідчить про меншу вираженість больового синдрому у обстежених з вищими значеннями індексу. Варто відмітити наявність прямого помірної кореляційного зв'язку між частотою відсутності болю та

значеннями індексу ($\tau=+0,33$, $p=0,002$), а також зворотного зв'язку – з больовим синдромом, що виникав після навантаження ($\tau=-0,33$, $p=0,002$).

Таблиця 5.13

Характеристика клінічних результатів остеопластики кісткового дефекту пацієнтів проспективної групи

Критерій оцінки	Результат	Кореляційний зв'язок
Сумарний результат	82,00±10,73	$\tau=+0,62$, $p<0,000001$
<i>Больовий синдром</i>	16,73±2,63	$\tau=+0,40$, $p=0,0001$
немає	14 (31,82 %)	$\tau=+0,33$, $p=0,002$
нетривалий чи метеотропний	24 (54,54 %)	$\tau=-0,08$, $p=0,45$
після навантаження	6 (13,64 %)	$\tau=-0,33$, $p=0,002$
<i>Функція</i>	15,91±3,17	$\tau=+0,56$, $p<0,000001$
така сама, як до травми	12 (27,27 %)	$\tau=+0,47$, $p=0,000007$
незначне обмеження	20 (45,46 %)	$\tau=+0,01$, $p=0,92$
обмежена (користування поручнями)	11 (25,00 %)	$\tau=-0,44$, $p=0,00003$
виражена обмеженість	1 (2,27 %)	$\tau=-0,17$, $p=0,11$
<i>Рухи в суглобі</i>	16,18±3,34	$\tau=+0,62$, $p<0,000001$
норма або до 135°	15 (34,09 %)	$\tau=+0,55$, $p=0,0000001$
до 100°	17 (38,64 %)	$\tau=-0,09$, $p=0,39$
до 80°	11 (25,00 %)	$\tau=-0,44$, $p=0,00002$
до 60°	1 (2,27 %)	$\tau=-0,17$, $p=0,11$
<i>Працездатність</i>	8,50±1,23	$\tau=+0,32$, $p=0,002$
така сама, як до травми	15 (34,09 %)	$\tau=+0,26$, $p=0,01$
збережена, але наявні деякі труднощі	25 (56,82 %)	$\tau=-0,08$, $p=0,43$
порушена	4 (9,09 %)	$\tau=-0,29$, $p=0,005$

Таблиця 5.13 (продовження)

Критерій оцінки	Результат	Кореляційний зв'язок
<i>Рентгенологічні дані</i>	12,20±1,98	$\tau=+0,43, p=0,00003$
майже норма	11 (25,00 %)	$\tau=+0,35, p=0,0009$
до 5° девіації або до 0,5 см зміщення	25 (56,82 %)	$\tau=-0,03, p=0,76$
до 10° девіації або 2 см зміщення	8 (18,18 %)	$\tau=-0,35, p=0,0008$
<i>Анатомія</i>	12,48±1,82	$\tau=+0,39, p=0,0002$
м'язова гіпотрофія	12 (27,27 %)	$\tau=+0,33, p=0,002$
до 5° девіації або 0,5 см зміщення	27 (61,37 %)	$\tau=-0,11, p=0,28$
до 10° девіації або 2 см зміщення	5 (11,36 %)	$\tau=-0,29, p=0,006$

*Примітка. Доведено значущу відмінність показників при $p \leq 0,05$.

Оцінюючи показники за категорією «Функція», середній результат обстежених становив $15,91 \pm 3,17$ балів. У 12 (27,27 %) поранених спостерігали повне відновлення функції кінцівки до рівня, який був до травми, у більшості – 20 (45,46 %), фіксували незначні функціональні обмеження. 11 (25,00 %) поранених відзначали обмеження функціональної спроможності кінцівки та потребу в користуванні поручнями, натомість виражену обмеженість функції та необхідність використання тростини встановлено у 1 (2,27 %) хворого групи. Доведено наявність прямого значного кореляційного зв'язку між показниками функціональної спроможності ураженої кінцівки пацієнта та значеннями індексу ($\tau=+0,56, p<0,000001$), що свідчить про ефективність алгоритму у відображенні ступеня функціонального відновлення та адекватності обраного методу лікування. Окрім того, значущі зв'язки встановлено між значеннями індексу та наявністю повного відновлення функції ($\tau=+0,47, p=0,000007$), а також показниками функціонального обмеження та потреби в користуванні поручнями ($\tau=-0,44, p=0,00003$).

Середній результат хворих проспективної групи за категорією «Рухи в суглобі» становив $16,18 \pm 3,34$ балів. Незначні обмеження обсягу рухів в діапазоні до 100° фіксували у більшості поранених – 17 (38,64 %), у 15 (34,09

%) обстежених – обмеження не спостерігали, у 11 (25,00 %) хворих встановлено помірні обмеження в діапазоні до 80° , у 1 (2,27 %) пацієнта обсяг рухів визначали в діапазоні до 60° . Прямі значні кореляційні зв'язки встановлено між значеннями індексу та загальними показниками відновлення рухів ($\tau=+0,62$, $p<0,000001$), а також показниками відновлення повного обсягу рухів ($\tau=+0,55$, $p=0,0000001$). Натомість, між значеннями індексу та показниками зниження амплітуди рухів до 80° доведено зворотний помірний кореляційний зв'язок ($\tau=-0,44$, $p=0,00002$).

За категорією «Працездатність» середній клінічний показник обстежених становив $8,50\pm 1,23$ балів. Відновлення працездатності до рівня, який був до травми спостерігали у 15 (34,09 %) хворих, у переважній більшості – 25 (56,82 %) осіб встановлено збереження працездатності з певними труднощами, 4 (9,09 %) поранених відмічали порушення працездатності, зумовлене травмою. Доведено прямий помірний кореляційний зв'язок між показниками працездатності пацієнтів та значеннями індексу ($\tau=+0,32$, $p=0,002$). Окрім того, наявність вищих значень індексу значуще асоційована з вищою частотою збереження працездатності ($\tau=+0,26$, $p=0,01$) та меншою частотою її порушення ($\tau=-0,29$, $p=0,005$).

Оцінюючи рентгенологічні дані, середній показник за досліджуваною категорією становив $12,20\pm 1,98$ балів. У 11 (25,00 %) пацієнтів групи встановлено ознаки кісткового зрощення без осьових деформацій, у переважній більшості обстежених – 25 (56,82 %), спостерігали незначні порушення осьових співвідношень у вигляді девіації до 5° або до 0,5 см зміщення, ще у 8 (18,18 %) поранених фіксували ознаки девіації до 10° або до 2 см зміщення. Між досліджуваними характеристиками та значеннями індексу встановлено прямий помірний кореляційний зв'язок ($\tau=+0,43$, $p=0,00003$), що підтверджує чутливість індексу щодо зміни рентгенологічних показників. Наявність рентгенологічних ознак кісткового зрощення без осьових порушень достовірно асоційована з вищими значеннями індексу ($\tau=+0,35$, $p=0,0009$), тоді

як наявність девіацій до 10° або зміщення до 2 см (18,18 %) пов'язана зі значуще нижчими показниками ($\tau=-0,35$, $p=0,0008$).

Середній показник за категорію «Анатомія» становив $12,48 \pm 1,82$ балів. Симптоми м'язової гіпотрофії визначено у 12 (27,27 %) пацієнтів, ознаки девіації сегмента до 5° або зміщення до 0,5 см – у 27 (61,37 %), у 5 (11,36 %) хворих спостерігали ознаки девіації сегмента до 10° або зміщення до 2 см. Встановлено прямий помірний кореляційний зв'язок між показниками анатомічного компонента та значеннями розробленого індексу ($\tau=+0,39$, $p=0,0002$), що свідчить про наявність менших структурних анатомічних порушень у обстежених з вищими показниками розробленого індексу. Між значеннями індексу та наявністю м'язової гіпотрофії доведено прямий помірний кореляційний зв'язок ($\tau=+0,33$, $p=0,002$), тоді як при більш виражених деформаціях, зокрема девіації до 10° або зміщення до 2 см фіксували зворотний слабкий кореляційний зв'язок ($\tau=-0,29$, $p=0,006$).

Результати обстежених проспективної групи, встановлені за кожною з розглянутих клініко-функціональних характеристик, графічно відображено на рисунку 5.2.

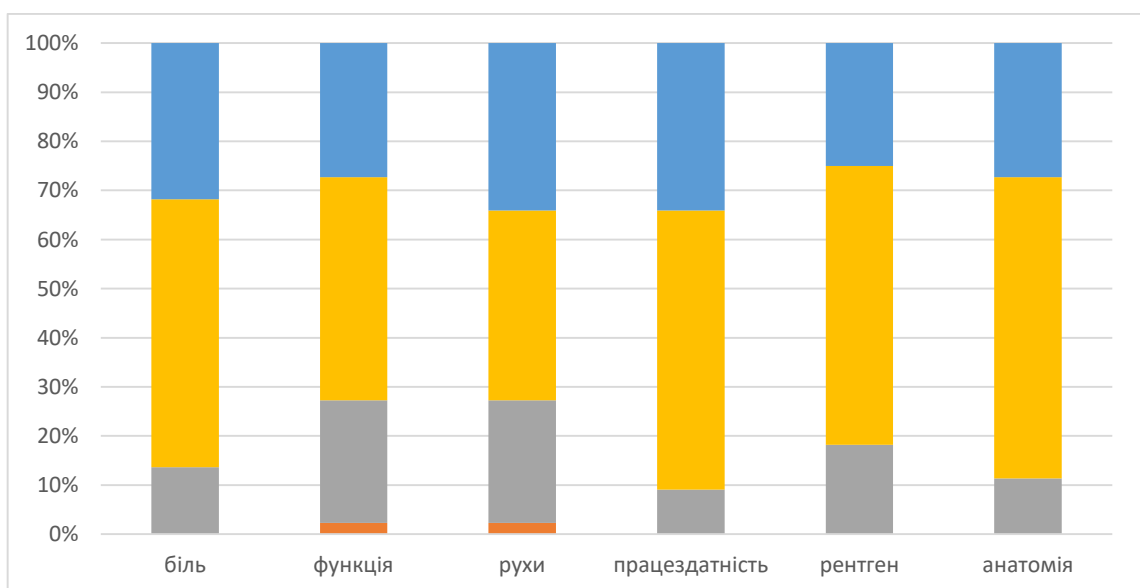


Рис. 5.2 Категоріальна характеристика клінічних результатів лікування пацієнтів проспективної групи (пояснення в тексті)

Наступним етапом оцінювали результати лікування пацієнтів з вогнепальними переломами трубчастих кісток, яким за даними оригінального алгоритму для остеопластики дефектів кісткової тканини застосовували аутологічні кісткові трансплантати.

Середній результат аутоспонгіозної остеопластики у обстежених проспективної групи відповідав хорошим значенням – $80,13 \pm 11,01$ балів (табл. 5.14). Відмінні клінічні показники встановлено у 6 (26,09 %) обстежених, у більшості – 10 (43,47 %) пацієнтів групи, зафіксовано хороші результати лікування, у 6 (26,09 %) хворих – задовільні, у 1 (4,35 %) – клінічний показник оцінювали як незадовільний (рис. 5.3). Між сумарними результатами застосування аутологічних кісткових трансплантатів та значеннями розробленого індексу встановлено дуже сильний прямий кореляційний зв'язок ($\tau=+0,90$, $p=0,000000002$), що свідчить про значущо кращі результати лікування у пацієнтів з вищими значеннями індексу та є підтвердженням високої ефективності розробленого алгоритму щодо вибору оптимального методу остеопластики.

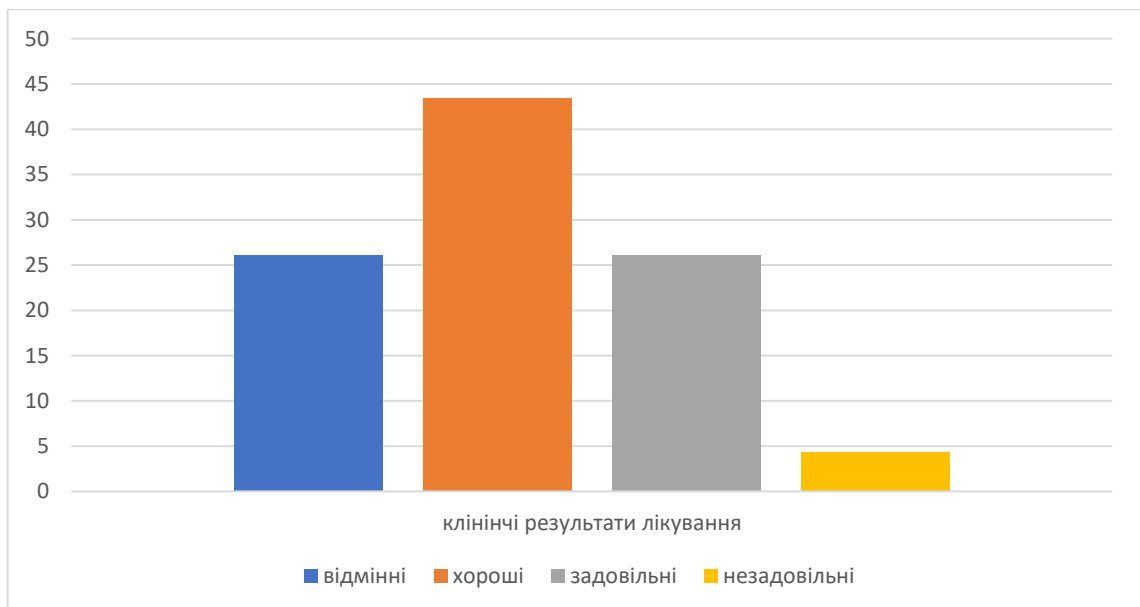


Рис. 5.3 Загальна характеристика клінічних результатів аутоспонгіозної остеопластики пацієнтів досліджуваної групи

Таблиця 5.14 (продовження)

Критерій оцінки	Результат	Кореляційний зв'язок
<i>Рухи в суглобі</i>	15,65±3,39	$\tau=+0,79, p=0,0000001$
норма або до 135°	6 (26,09 %)	$\tau=+0,59, p=0,00008$
до 100°	10 (43,47 %)	$\tau=+0,08, p=0,57$
до 80°	6 (26,09 %)	$\tau=-0,55, p=0,0003$
до 60°	1 (4,35 %)	$\tau=-0,30, p=0,04$
<i>Працездатність</i>	8,43±1,20	$\tau=+0,30, p=0,05$
така сама, як до травми	7 (30,43 %)	$\tau=+0,17, p=0,26$
збережена, але наявні деякі труднощі	14 (60,87 %)	$\tau=+0,07, p=0,62$
порушена	2 (8,70 %)	$\tau=-0,41, p=0,007$
<i>Рентгенологічні дані</i>	12,00±2,02	$\tau=+0,71, p=0,000002$
майже норма	5 (21,74 %)	$\tau=+0,60, p=0,00006$
до 5° девіації або до 0,5 см зміщення	13 (56,52 %)	$\tau=-0,09, p=0,55$
до 10° девіації або до 2 см зміщення	5 (21,74 %)	$\tau=-0,49, p=0,001$
<i>Анатомія</i>	12,39±1,88	$\tau=+0,57, p=0,0002$
м'язова гіпотрофія	6 (26,09 %)	$\tau=+0,50, p=0,0008$
до 5° девіації або до 0,5 см зміщення	14 (60,87 %)	$\tau=-0,19, p=0,19$
до 10° девіації або до 2 см зміщення	3 (13,04 %)	$\tau=-0,37, p=0,01$

*Примітка. Доведено значущу відмінність показників при $p \leq 0,05$.

Середній показник функції кінцівки за опитувальником становив 15,48±3,26 балів. Між результатами оцінки функціонального стану та значеннями розробленого індексу доведено значущу позитивну кореляцію ($\tau=0,59, p=0,00008$), що свідчить про значний зв'язок між вибором методу остеопластики і відновленням функції кінцівки. У 5 (21,74 %) пацієнтів функціональна спроможність кінцівки відповідала рівню, який був до травми. Незначне обмеження функції зафіксовано у більшості – 11 (47,82 %) хворих, тоді як 6 (26,09 %) пацієнтів відзначали потребу у користуванні поручнями. Виражене обмеження функції спостерігали у 1 (4,35 %) пацієнта групи. Варто

відмітити, що використання милиць або ортезів не потребував жоден обстежений. Нижчі значення розробленого індексу асоційовані з гіршими показниками функції кінцівки, що підтверджено негативними кореляційними зв'язками з обмеженнями функції ($\tau=-0,44$, $p=0,003$), а також вираженими функціональними обмеженнями ($\tau=-0,30$, $p=0,04$). Натомість у пацієнтів з повним відновленням функції зафіксовано прямий кореляційний зв'язок помірної сили зі значеннями розробленого індексу ($\tau=+0,38$, $p=0,01$).

Середній результат оцінки за категорією «Рухи в суглобі» становив $15,65 \pm 3,39$ балів. Відновлення амплітуди рухів до референтного діапазону спостерігали у 6 (26,09 %) пацієнтів, у більшості – 10 (43,47 %) осіб, встановлено помірне обмеження та рухи в межах до 100° . У 6 (26,09 %) пацієнтів амплітуда рухів становила до 80° , ще в 1 (4,35 %) – до 60° . Виражених обмежень обсягу рухів в діапазоні до 40° не спостерігали. Вищі значення індексу асоційовані з кращими показниками відновлення амплітуди рухів, що підтверджено прямим сильним кореляційним зв'язком з загальним показником, визначеним за досліджуваною категорією ($\tau=+0,79$, $p=0,0000001$), а також значущими зв'язками з частотою відновлення повної амплітуди рухів ($\tau=+0,59$, $p=0,00008$). Тоді як зворотні кореляційні зв'язки фіксували при обмеженні діапазону рухів до 80° ($\tau=-0,55$, $p=0,0003$) та до 60° ($\tau=-0,30$, $p=0,04$). Отримані результати свідчать про суттєвий вплив обраного методу остеопластики на результати відновлення обсягу рухів.

Середнє значення за показником працездатності складало $8,43 \pm 1,20$ балів. Відновлення працездатності до первинного рівня встановлено у 7 (30,43 %) пацієнтів, тоді як у переважної більшості – 14 (60,87 %) осіб, працездатність була збережена з незначними труднощами при виконанні професійних або побутових навантажень. Порушення працездатності встановлено у 2 (8,70 %) хворих. Випадків переведення на легшу працю не зафіксовано. Між показниками працездатності та значеннями розробленого індексу доведено прямий помірний кореляційний зв'язок ($\tau=+0,30$, $p=0,05$), що свідчить про краще відновлення працездатності у обстежених з вищими

значеннями індексу. Натомість наявність менших значень індексу достовірно асоційована з порушеннями працездатності ($\tau=-0,41$, $p=0,007$).

Середній показник пацієнтів досліджуваної групи за даними рентгенологічної оцінки становив $12,00\pm 2,02$ балів. Між показниками розглянутої категорії та значеннями індексу встановлено прямий сильний кореляційний зв'язок ($\tau=+0,71$, $p=0,000002$), наявність якого відображає суттєву відповідність між рентгенологічними характеристиками кісткового відновлення та значеннями індексу. У 5 (21,74 %) пацієнтів визначено рентгенологічні ознаки відновлення зони пошкодження, у 13 (56,52 %) – незначні відхилення до 5° або зміщення до 0,5 см, у 5 (21,74 %) випадках – відхилення до 10° або зміщення до 2 см. Більш виражених девіацій (15° або 3 см) чи консолидації з вираженою деформацією не спостерігали. Вищі значення індексу асоційовані з відновленням анатомічних структур без значних деформацій, що підтверджено кореляційними зв'язками з частотними характеристиками рентгенологічного відновлення дефекту ($\tau=+0,60$, $p=0,00006$), тоді як при більш значних відхиленнях – девіації до 10° або 2 см зміщення доведено зворотний помірний кореляційний зв'язок ($\tau=-0,49$, $p=0,001$).

Середній показник анатомічного відновлення становив $12,39\pm 1,88$ балів. М'язову гіпотрофію визначено у 6 (26,09 %) осіб, у більшості – 14 (60,87 %), спостерігали ознаки девіації до 5° або зміщення до 0,5 см, у 3 (13,04 %) пацієнтів встановлено відхилення до 10° або зміщення до 2 см. Випадків більш значного зміщення (15° або 3 см) чи консолидації з вираженою деформацією не зафіксовано. Узгодженість індексу з морфологічним відновленням кісткової структури підтверджена значущими кореляційними зв'язками з сумарними результатами за категорією «Анатомія» ($\tau=+0,57$, $p=0,0002$), а також частотою випадків м'язової гіпотрофії ($\tau=+0,50$, $p=0,0008$) та наявністю виражених деформацій – до 10° або зміщення до 2 см ($\tau=-0,37$, $p=0,01$).

Графічно отримані результати встановлені за розглянутими категоріями відображено на рисунку 5.4.

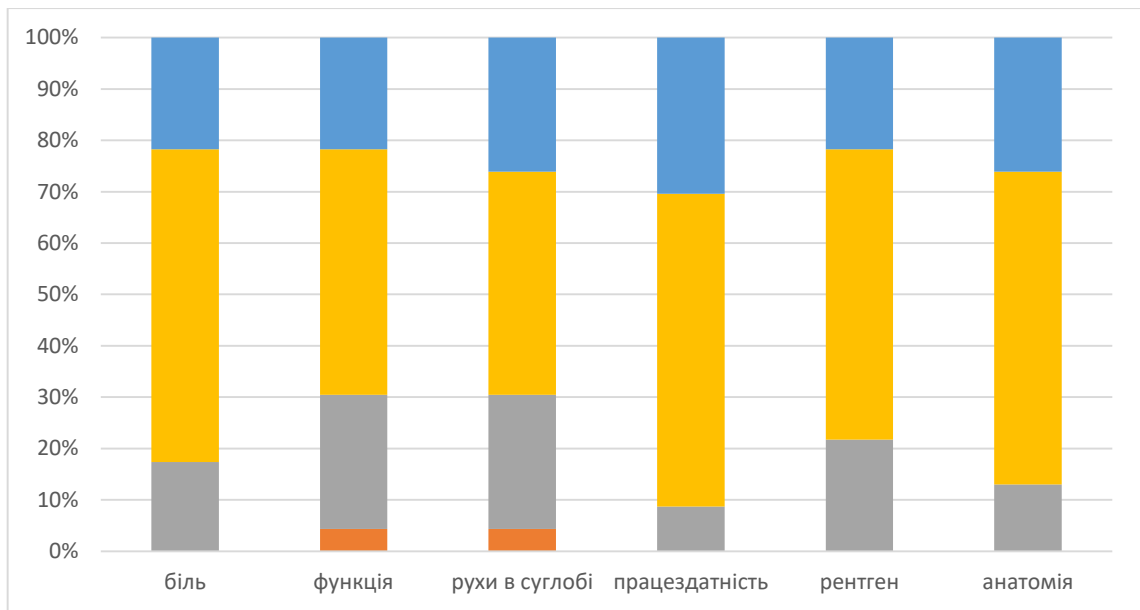


Рис. 5.4 Категоріальна характеристика клінічних результатів аутоспонгіозної остеопластики пацієнтів досліджуваної групи (пояснення в тексті)

В подальшому нами проаналізовано клініко-функціональні результати лікування пацієнтів проспективної групи, яким за результатами оригінального алгоритму для остеопластики кісткового дефекту застосовували ПММА-кістковий цемент. Графічно отримані результати наведено на рисунку 5.5.

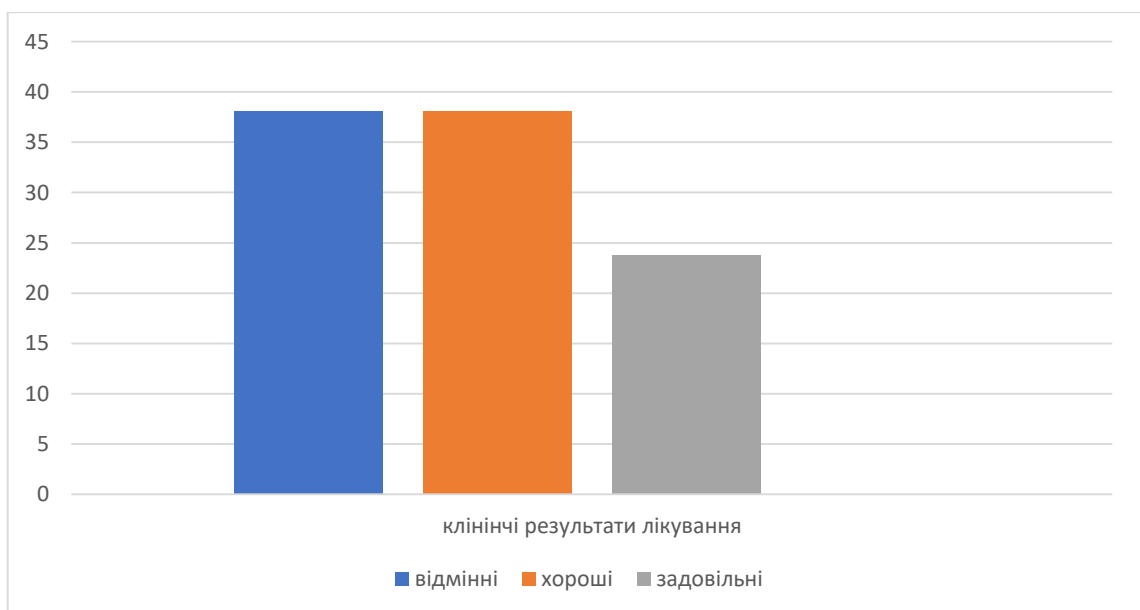


Рис. 5.5 Загальна характеристика клінічних результатів використання ПММА-кісткового цементу пацієнтів досліджуваної групи

Середній сумарний результат обстежених проспективної групи становив $84,05 \pm 10,29$ балів та відповідав хорошему рівню відновлення після проведеного лікування (табл. 5.15). У 8 (38,10 %) пацієнтів визначено відмінні результати лікування, ще у 8 (38,10 %) – хороші, у 5 (23,80 %) осіб результати оцінювали як задовільні. Незадовільних результатів не спостерігали у жодному випадку. Між значеннями розробленого індексу вибору оптимального методу остеопластики та сумарними клінічними показниками доведено прямий сильний кореляційний зв'язок ($\tau = +0,73$, $p = 0,000004$), що свідчить про те, що вищі значення індексу асоційовані зі значуще кращими результатами використання ПММА-кісткового цементу.

Таблиця 5.15

Характеристика клінічних результатів використання ПММА-кісткового цементу у пацієнтів проспективної групи

Критерій оцінки	Результат	Кореляційний зв'язок
Сумарний результат	$84,05 \pm 10,29$	$\tau = +0,73$, $p = 0,000004$
<i>Больовий синдром</i>	$17,33 \pm 2,63$	$\tau = +0,54$, $p = 0,0006$
немає	9 (42,86 %)	$\tau = +0,49$, $p = 0,002$
нетривалий чи метеотропний	10 (47,62 %)	$\tau = -0,26$, $p = 0,10$
після навантаження	2 (9,52 %)	$\tau = -0,38$, $p = 0,02$
<i>Функція</i>	$16,38 \pm 3,07$	$\tau = +0,79$, $p = 0,0000005$
така сама, як до травми	7 (33,33 %)	$\tau = +0,64$, $p = 0,00006$
незначне обмеження	9 (42,86 %)	$\tau = -0,06$, $p = 0,70$
обмежена (користування поручнями)	5 (23,81 %)	$\tau = -0,63$, $p = 0,00006$
<i>Рухи в суглобі</i>	$16,76 \pm 3,25$	$\tau = +0,74$, $p = 0,000003$
норма або до 135°	9 (42,86 %)	$\tau = +0,69$, $p = 0,00001$
до 100°	7 (33,33 %)	$\tau = -0,23$, $p = 0,15$
до 80°	5 (23,81 %)	$\tau = -0,55$, $p = 0,0005$

Таблиця 5.15 (продовження)

Критерій оцінки	Результат	Кореляційний зв'язок
<i>Працездатність</i>	8,57±1,29	$\tau=+0,33, p=0,04$
така сама, як до травми	8 (38,10 %)	$\tau=+0,35, p=0,02$
збережена, але наявні деякі труднощі	11 (52,38 %)	$\tau=-0,26, p=0,10$
порушена	2 (9,52 %)	$\tau=-0,15, p=0,34$
<i>Рентгенологічні дані</i>	12,43±1,96	$\tau=+0,37, p=0,02$
майже норма	6 (28,57 %)	$\tau=+0,25, p=0,11$
до 5° девіації або до 0,5 см зміщення	12 (57,14 %)	$\tau=+0,05, p=0,73$
до 10° девіації або до 2 см зміщення	3 (14,29 %)	$\tau=-0,40, p=0,01$
<i>Анатомія</i>	12,57±1,80	$\tau=+0,40, p=0,01$
м'язова гіпотрофія	6 (28,57 %)	$\tau=+0,29, p=0,07$
до 5° девіації або до 0,5 см зміщення	13 (61,91 %)	$\tau=-0,03, p=0,83$
до 10° девіації або до 2 см зміщення	2 (9,52 %)	$\tau=-0,39, p=0,01$

*Примітка. Доведено значущу відмінність показників при $p \leq 0,05$.

Показник інтенсивності больового синдрому становив $17,33 \pm 2,63$ балів. У 9 (42,86 %) пацієнтів больовий синдром був відсутній, у 10 (47,62 %) хворих – мав нетривалий або метеотропний характер, 2 (9,52 %) пацієнтів відзначали появу болю після фізичного навантаження. Больових відчуттів, пов'язаних із обмеженням функції кінцівки не спостерігали у жодного обстеженого. Між значеннями розробленого індексу та показниками інтенсивності больового синдрому доведено прямий значний кореляційний зв'язок ($\tau=+0,54, p=0,0006$), наявність якого свідчить про меншу вираженість болю у пацієнтів з вищими значеннями індексу. Додатковим підтвердженням високого прогностичного потенціалу розробленого індексу щодо вибору оптимального методу остеопластики є наявність значущих кореляцій з частотою відсутності болю ($\tau=+0,49, p=0,002$) та больовим синдромом, що виникав після навантаження ($\tau=-0,38, p=0,02$).

Середній показник за категорією «Функція» у обстежених досліджуваної групи складав $16,38 \pm 3,07$ балів. У 7 (33,33 %) пацієнтів функціональний стан був повністю відновлений і відповідав рівню до травми, у 9 (42,86 %) осіб спостерігали незначні функціональні обмеження, тоді як у 5 (23,81 %) пацієнтів – обмеження, що потребували використання поручнів при пересуванні. Вираженої втрати функції або необхідності застосування допоміжних засобів (милиць, ортезів) не зафіксовано у жодному випадку. Між значеннями індексу та показниками за категорією «Функція» доведено прямий сильний кореляційний зв'язок ($\tau=+0,79$, $p=0,0000005$), що вказує на високий рівень функціональної активності у обстежених з вищими значеннями індексу. Окрім того, високу ефективність індексу в алгоритмі вибору ПММА-кісткового цементу як оптимального методу остеопластики підтверджено значущими кореляційними зв'язками між його значеннями та частотними показниками повного функціонального відновлення ($\tau=+0,64$, $p=0,00006$) та обмеження функції (користування поручнями) ($\tau=-0,63$, $p=0,00006$).

Середній показник за категорією «Рухи в суглобі» складав $16,76 \pm 3,25$ балів. Відновлення амплітуди рухів до референтного діапазону спостерігали у 9 (42,86 %) осіб, у 7 (33,33 %) пацієнтів визначено зниження амплітуди рухів до 100° , у 5 (23,81 %) пацієнтів – до 80° . Виражені контрактури та обмеження обсягу рухів до 60° не реєстрували у жодному випадку. Аналізуючи зв'язок між значеннями розробленого індексу та показниками обсягу рухів доведено прямий сильний кореляційний зв'язок ($\tau=+0,74$, $p=0,000003$), що свідчить про кращий діапазон рухів у обстежених з вищими показниками індексу. Додатково високий прогностичний потенціал розробленого алгоритму щодо оцінки за категорією «Рухи в суглобі» підтверджено значущими кореляційними зв'язками з частотними показниками відновлення рухів у референтному діапазоні ($\tau=+0,69$, $p=0,00001$) та обмеженням рухів в діапазоні до 80° ($\tau=-0,55$, $p=0,0005$).

Середній показник працездатності становив $8,57 \pm 1,29$ балів. У 8 (38,10 %) пацієнтів працездатність була відновлена повністю, у 11 (52,38 %) – частково.

– збережена з незначними труднощами при виконанні фізичного або професійного навантаження, у 2 (9,52 %) пацієнтів визначено часткове порушення працездатності. Випадків переведення на легшу працю не зафіксовано. Між значеннями індексу та показниками працездатності доведено статистично значущий прямий помірний кореляційний зв'язок ($\tau=+0,33$, $p=0,04$), що свідчить про кращу працездатність у обстежених з вищими значеннями індексу, що додатково підтверджено кореляцією з частотою випадків повного відновлення працездатності до рівня, який був до травми ($\tau=+0,35$, $p=0,02$).

Середній показник за категорією «Рентгенологічні дані» становив $12,43 \pm 1,96$ балів. У 6 (28,57 %) пацієнтів спостерігали рентгенологічні ознаки кісткового зрощення без осьових порушень. У 12 (57,14 %) осіб визначено відхилення – до 5° девіації або зміщення до 0,5 см. У 3 (14,29 %) пацієнтів спостерігали рентгенологічні ознаки помірному порушення осьових співвідношень – до 10° девіації або зміщення до 2 см. Більш виражених девіацій чи деформацій не зафіксовано. Між значеннями індексу та рентгенологічними даними встановлено прямий помірний кореляційний зв'язок ($\tau=+0,37$, $p=0,02$), що свідчить про меншу частоту порушень осьових співвідношень у обстежених з вищими значеннями індексу. Натомість наявність більш виражених рентгенологічних відхилень асоційована з нижчими значеннями індексу, що підтверджено статистично значущим зворотним помірним кореляційним зв'язком між показниками індексу та рентгенологічними ознаками помірному зміщення у вигляді девіації до 10° або до 2 см зміщення ($\tau=-0,40$, $p=0,01$).

Середній показник анатомічного відновлення у обстежених досліджуваної групи становив $12,57 \pm 1,80$ балів. Між значеннями розробленого індексу та анатомічними показниками встановлено помірний кореляційний зв'язок ($\tau=+0,40$, $p=0,01$), що свідчить про значуще кращі результати анатомічного відновлення у пацієнтів з вищими значеннями індексу. Ознаки м'язової гіпотрофії встановлено у 6 (28,57 %) пацієнтів групи,

у більшості – 13 (61,91 %) осіб, зафіксовано незначні анатомічні відхилення – до 5° або 0,5 см зміщення, у 2 (9,52 %) хворих спостерігали відхилення до 10° або зміщення до 2 см. Випадків виражених зміщень чи деформації не зафіксовано. Окрім того, між значеннями розробленого індексу та частотою випадків девіації до 10° або зміщення до 2 см встановлено зворотний помірний кореляційний зв'язок ($\tau=-0,39$, $p=0,01$), що свідчить про вищу частоту випадків зазначеного типу деформацій у обстежених з нижчими значеннями індексу.

Результати використання ПММА-кісткового цементу, визначені за кожною з розглянутих категорій, графічно відображено на рисунку 5.6.

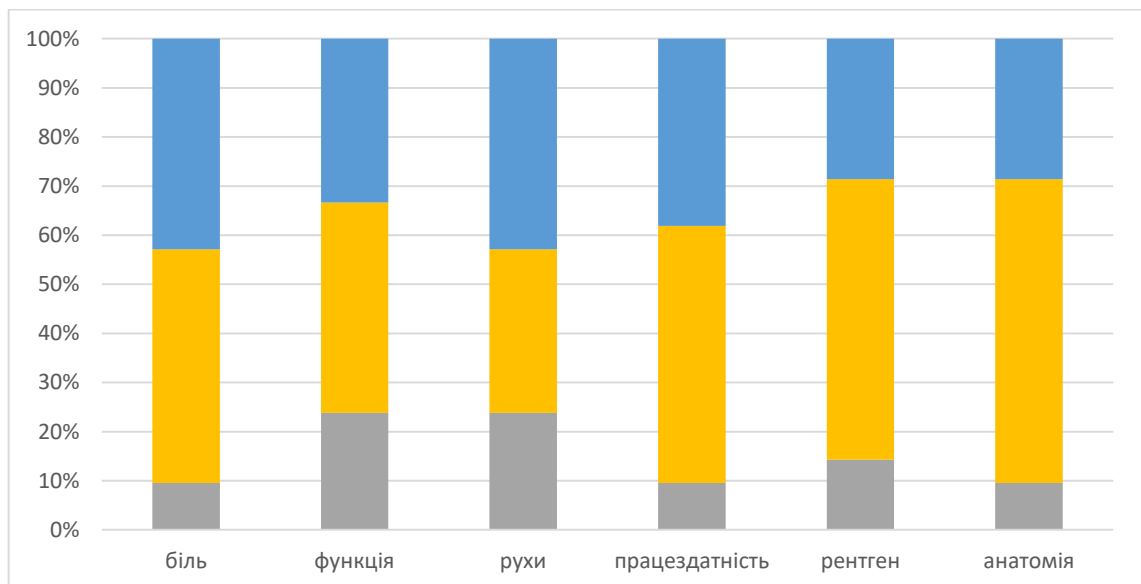


Рис. 5.6 Категоріальна характеристика клінічних результатів використання ПММА-цементу у пацієнтів досліджуваної групи (пояснення в тексті)

5.3 Порівняльний аналіз результатів остеопластики пацієнтів ретроспективної та проспективної груп

Наступним етапом з метою оцінки ефективності розробленого алгоритму щодо вибору оптимального методу остеопластики кісткового дефекту при вогнепальних переломах трубчастих кісток нами проведено порівняльний аналіз результатів лікування пацієнтів ретроспективної та проспективної груп. При порівнянні результатів остеопластики дефектів

кісткової тканини пацієнтів з вогнепальними переломами трубчастих кісток у обстежених проспективної групи, яким вибір методу остеопластики здійснювали з дотриманням принципів запропонованого алгоритму, встановлено значуще кращі клінічні показники за усіма досліджуваними критеріями оцінки, порівняно зі значеннями хворих ретроспективної групи, яким пластику кісткового дефекту виконували згідно загальноприйнятого підходу, що відображено цифровими показниками наведеними у таблиці 5.16.

Таблиця 5.16

Характеристика клінічних результатів остеопластики дефектів кісткової тканини пацієнтів ретроспективної і проспективної груп

Категорії оцінки клінічного результату	Клінічні групи		p
	ретроспективна	проспективна	
сумарний результат	71,85±14,99	82,00±10,73	0,00006*
больовий синдром	14,72±3,29	16,73±2,63	0,0008*
функція	13,81±3,51	15,91±3,17	0,001*
рухи в суглобі	13,94±4,09	16,18±3,34	0,002*
працездатність	7,63±1,42	8,50±1,23	0,0007*
рентгенологічні дані	10,70±2,90	12,20±1,98	0,004*
анатомія	11,04±2,76	12,48±1,82	0,003*

*Примітка. Доведено значущу відмінність показників при $p \leq 0,05$.

Сумарний клінічний результат лікування пацієнтів проспективної групи становив 82,00±10,73 балів та значуще перевищував показники хворих ретроспективної групи – 71,85±14,99 балів ($p=0,00006$). Аналізуючи інтенсивність больового синдрому, середній показник поранених проспективної групи складав 16,73±2,63 балів, тоді як у ретроспективній групі – 14,72±3,29 балів, відмінність значень достовірна ($p=0,0008$). Показники функціонального відновлення також були значуще вищими у обстежених проспективної групи – 15,91±3,17 балів, порівняно зі значеннями хворих

ретроспективної групи – $13,81 \pm 3,51$ балів ($p=0,001$). Середній показник, який характеризував відновлення рухів у суглобі обстежених проспективної групи становив $16,18 \pm 3,34$ балів, у осіб ретроспективної вибірки – $13,94 \pm 4,09$ балів, відмінність результатів статистично значуща ($p=0,002$). Більш швидше повернення пацієнтів до активного життя та значущо кращі показники відновлення працездатності зафіксовано у обстежених, яким вибір методу остеопластики здійснювали на основі результатів застосування розробленого алгоритму, порівняно з даними хворих, у яких вибір методу остеопластики виконували загальноприйнятим шляхом ($8,50 \pm 1,23$ балів проти $7,63 \pm 1,42$ балів відповідно ($p=0,0007$)). Оцінюючи рентгенологічні характеристики відновлення перелому, значущо кращі результати доведено у обстежених проспективної групи – $12,20 \pm 1,98$ балів, порівняно з показниками, визначеними у пацієнтів ретроспективної групи – $10,70 \pm 2,90$ балів ($p=0,004$). Середній результат за категорією «Анатомія» пацієнтів проспективної групи становив – $12,48 \pm 1,82$ балів та був значуще вищим, порівняно з показниками хворих ретроспективної групи – $11,04 \pm 2,76$ балів ($p=0,003$).

Наступним етапом проведено порівняльний аналіз клінічних результатів лікування пацієнтів ретроспективної та проспективної груп з урахуванням запропонованого методу остеопластики дефекту кісткової тканини при вогнепальних переломах трубчастих кісток.

У пацієнтів проспективної групи, яким за результатами застосування запропонованого алгоритму вибору оптимального методу остеопластики використовували аутологічні кісткові трансплантати встановлено значуще кращі клінічні показники за всіма розглянутими критеріями, порівняно з результатами загальноприйнятого підходу, застосованого хворим ретроспективної групи. Порівняльна характеристика клінічних результатів аутоспогіозної остеопластики дефектів кісткової тканини при вогнепальних переломах трубчастих кісток пацієнтів ретроспективної і проспективної груп відображена у таблиці 5.17.

**Характеристика клінічних результатів аутоспогіозної остеопластики
пацієнтів ретроспективної і проспективної груп**

Категорії оцінки клінічного результату	Клінічні групи		p
	ретроспективна	проспективна	
сума	70,05±15,33	80,13±11,01	0,006*
больовий синдром	14,34±3,09	16,17±2,55	0,02*
функція	13,45±3,41	15,48±3,26	0,02*
рухи в суглобі	13,45±4,15	15,65±3,39	0,03*
працездатність	7,55±1,45	8,43±1,20	0,01*
рентгенологічні дані	10,40±3,19	12,00±2,02	0,04*
анатомія	10,86±3,07	12,39±1,88	0,04*

*Примітка. Доведено значущу відмінність показників при $p \leq 0,05$.

Загальний сумарний показник лікування пацієнтів проспективної групи становив $80,13 \pm 11,01$ балів та значуще перевищував результат хворих ретроспективної групи – $70,05 \pm 15,33$ балів ($p=0,006$). Середній показник інтенсивності больового синдрому у пацієнтів проспективної групи становив $16,17 \pm 2,55$ балів, натомість у хворих ретроспективної групи складав $14,34 \pm 3,09$ балів. Відмінність показників за категорією «Больовий синдром» значуща ($p=0,02$), що свідчить про меншу інтенсивність болю у обстежених, яким застосовували кісткову аутоспогіозну остеопластику за результатами запропонованого алгоритму. Значуще вищі показники функціонального відновлення обстежених проспективної групи – $15,48 \pm 3,26$ балів, у порівнянні з результатами хворих ретроспективної групи – $13,45 \pm 3,41$ балів ($p=0,02$), додатково підтверджують високу ефективність розробленого алгоритму. Аналогічно, у пацієнтів проспективної групи встановлено більш ефективне відновлення амплітуди рухів, порівняно з результатами хворих ретроспективної вибірки, що підтверджено середніми показниками, встановленими за категорією «Рухи у суглобі» ($15,65 \pm 3,39$ балів проти

13,45±4,15 балів відповідно при $p=0,03$). У пацієнтів ретроспективної групи середній показник відновлення працездатності становив 7,55±1,45 балів, натомість у обстежених проспективної групи встановлено значуще кращі результати за вказаною категорією – 8,43±1,20 балів ($p=0,01$). Оцінюючи рентгенологічні показники, середній результат за досліджуваною категорією у пацієнтів проспективної групи становив 12,00±2,02 балів, 10,40±3,19 балів – у поранених ретроспективної групи, відмінність статистично значуща ($p=0,04$). Середній результат пацієнтів ретроспективної групи за категорією «Анатомія» складав 10,86±3,07 балів, натомість значуще кращі показники визначено у хворих проспективної групи – 12,39±1,88 балів ($p=0,04$).

В подальшому порівнювали клінічні показники пацієнтів ретроспективної та проспективної груп, яким рекомендували остеопластику дефектів трубчастих кісток із застосуванням ПММА-кісткового цементу. Результати оцінки представлено у таблиці 5.18.

Таблиця 5.18

Характеристика клінічних результатів використання ПММА-кісткового цементу пацієнтів ретроспективної і проспективної груп

Категорії оцінки клінічного результату	Клінічні групи		p
	ретроспективна	проспективна	
сума	74,51±14,24	84,05±10,29	0,007*
больовий синдром	15,28±3,54	17,33±2,63	0,03*
функція	14,36±3,64	16,38±3,07	0,045*
рухи в суглобі	14,67±3,93	16,76±3,25	0,048*
працездатність	7,74±1,39	8,57±1,29	0,03*
рентгенологічні дані	11,15±2,38	12,43±1,96	0,048*
анатомія	11,31±2,23	12,57±1,80	0,03*

*Примітка. Доведено значущу відмінність показників при $p \leq 0,05$.

У пацієнтів проспективної групи, яким, за результатами оригінального алгоритму здійснювали пластику кісткових дефектів із використанням ПММА-кісткового цементу, встановлено значуще кращі показники за всіма розглянутими категоріями, порівняно з показниками загальноприйнятого підходу, застосовуваного пацієнтам ретроспективної вибірки.

Загальний сумарний результат лікування пацієнтів проспективної групи становив $84,05 \pm 10,29$ балів, натомість у обстежених ретроспективної групи – $74,51 \pm 14,24$ балів, відмінність показників статистично значуща ($p=0,007$). Середній показник за категорією «Больовий синдром» у пацієнтів проспективної групи складав $17,33 \pm 2,63$ балів, натомість у хворих ретроспективної групи встановлено значуще вищу інтенсивність больового синдрому та відповідно нижчі середні показники за розглянутою категорією – $15,28 \pm 3,54$ балів ($p=0,03$). У хворих проспективної групи спостерігали значуще кращі результати відновлення функціональної активності, порівняно з показниками пацієнтів ретроспективної групи ($16,38 \pm 3,07$ балів та $14,36 \pm 3,64$ балів відповідно, при $p=0,045$). Середній показник за категорією «Рухи у суглобі» у поранених ретроспективної групи складав $14,67 \pm 3,93$ балів, $16,76 \pm 3,25$ балів – у проспективній групі, відмінність результатів достовірна ($p=0,048$), що свідчить про краще відновлення амплітуди рухів у хворих, яким застосовували оригінальний алгоритм вибору оптимального методу остеопластики. У пацієнтів проспективної групи встановлено значуще кращі результати відновлення працездатності, порівняно з показниками, визначеними у пацієнтів ретроспективної групи ($8,57 \pm 1,29$ балів проти $7,74 \pm 1,39$ балів відповідно, при $p=0,03$). Оцінюючи рентгенологічні ознаки стабілізації та ремоделювання кісткової тканини, середній показник пацієнтів ретроспективної групи становив $11,15 \pm 2,38$ балів, значуще вищі показники встановлено у обстежених проспективної групи – $12,43 \pm 1,96$ балів, відмінність достовірна ($p=0,048$). За категорією «Анатомія» значуще кращі результати визначено у пацієнтів проспективної групи – $12,57 \pm 1,80$ балів, порівняно з показниками хворих ретроспективної вибірки – $11,31 \pm 2,23$ балів ($p=0,03$).

Резюме. В результаті проведеного дослідження встановлено, що ефективність застосування як аутоспонгіозної остеопластики, так і ПММА-кісткового цементу значною мірою залежить від типу пошкодження, розміру дефекту, індивідуальних факторів ризику пацієнта, а також особливостей мікрофлори ранового вмісту. На основі комплексної оцінки клініко-функціональних та мікробіологічних факторів ризику, значуще асоційованих з результатами лікування, нами розроблено оригінальний алгоритм вибору оптимального методу остеопластики дефектів при вогнепальних переломах трубчастих кісток. Запропонована нами бальна система оцінювання дозволила кількісно охарактеризувати прогностичну вагомість кожного чинника та можливість об'єктивно порівняти ефективності різних методів остеопластики. Завдяки інтеграції всіх визначених параметрів у єдину математично обґрунтовану модель, використання розробленого алгоритму дозволило значуще покращити клінічні результати лікування пацієнтів проспективної групи шляхом більш точного вибору оптимального методу остеопластики.

Середній сумарний результат лікування пацієнтів проспективної групи становив $82,00 \pm 10,73$ балів та відповідав хорошим значенням. Відмінні та хороші результати лікування встановлено у переважної більшості обстежених групи – 72,73 % випадків. Окрім того, наявність прямого значного кореляційного зв'язку між значеннями розробленого індексу та сумарними клініко-функціональними показниками ($\tau = +0,62$, $p < 0,001$) підтверджує його об'єктивність та доцільність для практичного використання. Отримані результати доводять, що розроблений алгоритм є ефективним інструментом для індивідуалізованого підбору методу остеопластики, застосування якого дозволяє покращити клініко-функціональні результати лікування пацієнтів.

Таким чином, розроблений нами алгоритм може бути використаний як стандартизований інструмент для персоналізованого підбору оптимальної хірургічної тактики остеопластики у пацієнтів з вогнепальними переломами трубчастих кісток з дефектами кісткової тканини.

АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ

Вогнепальні переломи трубчастих кісток із дефектами кісткової тканини є складною мультифакторною патологією, перебіг і результати лікування якої визначаються тісною взаємодією механічних, біологічних, мікробіологічних та персоніфікованих чинників [3, 34, 101]. Формування дефекту кістки, внаслідок високоенергетичної бойової травми, масивного первинного ушкодження м'яких тканин і багатоетапних хірургічних обробок вважають одним із найвагоміших предикторів незрощення, інфекційних ускладнень і тривалої втрати функції кінцівки [2, 3, 14, 16, 108, 122].

У розрізі сучасної реконструктивної ортопедії відомий широкий спектр методів заміщення кісткових дефектів, зокрема аутоспонгіозна кісткова пластика, метод індукованої мембрани за Masquelet, дистракційний остеогенез, використання васкуляризованих кісткових трансплантатів, а також застосування синтетичних і композитних матеріалів, у тому числі на основі ПММА [4, 5, 6, 88, 95]. Водночас універсальний підхід до вибору оптимального методу остеопластики відсутній, а ефективність кожної відомої технології суттєво залежить від характеристик ушкодження та стану пацієнта. Визначальне значення при виборі методу заміщення кісткових дефектів відіграють тип і тяжкість пошкодження, стан м'яких тканин, наявність або відсутність активного інфекційного процесу, видовий склад мікрофлори ранового вмісту, а також персоніфіковані фактори ризику пацієнта, зокрема соматичний статус, наявність анемії та ознак системної декомпенсації. Ігнорування останніх пов'язують зі зниженням ефективності реконструктивного втручання, навіть за технічно коректно виконаної операції [62, 109, 110, 122, 135]. Особливу роль у прогнозуванні результатів лікування відіграють мікробіологічні предиктори. Домінування мультирезистентної грамнегативної флори, схильної до утворення біоплівки, істотно ускладнює перебіг репаративного остеогенезу та обмежує можливості застосування біологічно активних методів остеопластики [15, 30, 59, 68, 100]. Отже,

ефективне лікування вогнепальних переломів трубчастих кісток з дефектами кісткової тканини може бути досягнуто за умови корекції системних факторів ризику, раціональної антибіотикотерапії та обґрунтованого вибору остеопластичного матеріалу.

Мета дослідження полягала у покращенні результатів лікування поранених з вогнепальними переломами з дефектами кісткової тканини шляхом диференційованого вибору остеопластичного матеріалу з урахуванням типу пошкодження, персоніфікованих факторів ризику пацієнтів та мікробіологічних характеристик бойової рани.

Представлене дослідження одноцентрового комбінованого дизайну, яке включало ретроспективний етап розробки оригінального алгоритму вибору оптимального методу остеопластики при вогнепальних переломах трубчастих кісток з дефектами кісткової тканини та проспективний етап його валідації.

У дослідженні проаналізовано клінічні результати остеопластики дефектів кісткової тканини 141 пораненого з вогнепальними переломами трубчастих кісток, які перебували на стаціонарному лікуванні в травматологічному відділенні КНП «Вінницька міська клінічна лікарня швидкої медичної допомоги» за період 2022-2025 років. Середній вік обстежених – $38,03 \pm 9,09$ років. У 27 (19,15 %) пацієнтів встановлено вогнепальні переломи плечової кістки, у 30 (21,28 %) – переломи кісток передпліччя, у 24 (17,02 %) хворих діагностовано вогнепальні переломи стегнової кістки, у 65 (46,10 %) – поранення кісток гомілки.

На ретроспективному етапі проаналізовано клінічні результати остеопластики дефектів кісткової тканини 97 поранених з вогнепальними переломами трубчастих кісток, які перебували на стаціонарному лікуванні в травматологічному відділенні КНП «Вінницька міська клінічна лікарня швидкої медичної допомоги» за період 2022-2023 років. Середній вік обстежених – $38,96 \pm 9,10$ років. Переважна більшість обстежених групи були особами молодого віку – 67 (69,07 %), у 30 (30,93 %) хворих вік визначено як середній. Аналізуючи за локалізацією пошкодження, у 21 (21,65 %) пацієнта

встановлено вогнепальні переломи плечової кістки, у 23 (23,71 %) – переломи кісток передпліччя, у 19 (19,59 %) хворих діагностовано вогнепальні переломи стегнової кістки, у 39 (40,21 %) – поранення кісток гомілки.

Серед обстежених сформовано 2 групи дослідження. У якості основного методу заміщення кісткового дефекту вогнепального перелому пацієнтам першої групи застосовували аутологічну кісткову пластика, хворим другої групи – ПММА-кістковий цемент. Додатково в межах кожної групи пацієнтів стратифікували у чотири порівнювані підгрупи, з урахуванням клінічного результату лікування, визначеного у віддаленому післяопераційному періоді (відмінний, хороший, задовільний, незадовільний). З метою визначення диференційованих факторів прогнозу ефективності кожного з досліджуваних методів остеопластики у обстежених аналізували персоніфіковані фактори ризику (вік пацієнта; куріння; наявність супутньої патології); характеристики пошкодження (за класифікаціями: Gustilo-Anderson, дефектів довгих кісток при бойовій травмі кінцівок та Tetsworth; абсолютний розмір кісткового дефекту; локалізація кісткового дефекту); чинники, обумовлені проведенням лікуванням (тривалість операції; виконання гемотрансфузії; рівень Hb до операції та визначений в післяопераційному періоді; фізичний статус за ASA); а також мікробіологічні параметри бойової рани.

Аутоспонгіозну остеопластику як основний метод заміщення дефектів кісткової тканини застосовано у 58 поранених з вогнепальними переломами трубчастих кісток. Середній вік пацієнтів становив $39,09 \pm 9,04$ років. За локалізацією ушкодження у 16 (27,59 %) пацієнтів діагностовано вогнепальні переломи плечової кістки, у 16 (27,59 %) – переломи кісток передпліччя, у 12 (20,69 %) хворих визначено вогнепальні переломи стегнової кістки, у 18 (31,03 %) – поранення кісток гомілки.

У віддаленому післяопераційному періоді середній сумарний клінічний результат аутоспонгіозної остеопластики становив $70,05 \pm 15,33$ балів та відповідав хорошим значенням. Відмінні результати зафіксовано у 9 (15,52 %) пацієнтів, хороші – у 24 (41,38 %), задовільні – у 17 (29,31 %), незадовільні –

у 8 (13,79 %). Середній сумарний результат лікування у обстежених з відмінними показниками становив – $88,00 \pm 2,00$ балів, у осіб з хорошими значеннями – $77,92 \pm 4,22$ балів, у пацієнтів з задовільними показниками – $63,06 \pm 4,92$ балів та $41,13 \pm 9,67$ балів – у хворих з незадовільними значеннями.

Одним із факторів прогнозу формування віддалених результатів аутоспонгіозної остеопластики при вогнепальних переломах трубчастих кісток визначено тяжкість первинного ушкодження. Наявність відкритих переломів типу II за Gustilo-Anderson асоційована з достовірно кращими клінічними показниками ($\tau = +0,49$, $p = 0,00000007$) та значуще вищими шансами формування відмінного результату аутологічної кісткової трансплантації у віддаленому післяопераційному періоді (OR=14,33, CI (2,71-75,68), $p = 0,0008$). Натомість, у обстежених з переломами типу III доведено значуще гірші клінічні показники у віддаленому періоді ($\tau = -0,49$, $p = 0,00000007$). Слід відмітити, що за наявності пошкодження типу IIIA у обстежених спостерігали достовірно кращі показники ($\tau = +0,27$, $p = 0,002$) та достовірно вищі шанси формування хороших результатів лікування (OR=3,86, CI (1,19-12,54), $p = 0,02$). Натомість, у обстежених з пошкодженнями типу IIIB та IIIC зафіксовано достовірно гірші клінічні показники аутологічної кісткової трансплантації ($\tau = -0,47$, $p = 0,0000001$) та ($\tau = -0,34$, $p = 0,0002$) відповідно, а також значуще вищі шанси формування задовільних (для пошкодженнями типу IIIB (OR=5,00, CI (1,45-17,24), $p = 0,007$)) та незадовільних (пошкодженнями типу IIIC (OR=14,40, CI (1,84-112,63), $p = 0,01$)) результатів.

Окремої уваги заслуговує аналіз ролі розміру кісткового дефекту у формуванні віддалених клінічних результатів аутоспонгіозної остеопластики. Середній розмір дефекту у пацієнтів досліджуваної групи становив $5,14 \pm 2,16$ см. У пацієнтів з більшими розмірами дефекту, визначеними при первинному зверненні, доведено достовірно гірші результати аутоспонгіозної остеопластики у віддаленому післяопераційному періоді ($\tau = -0,70$, $p \leq 0,000001$). Дефекти розміром до 3 см спостерігали виключно у групі пацієнтів з відмінними результатами лікування (44,44 %). Наявність кісткового дефекту

до 3 см у обстежених асоційована з кращими клінічними показниками аутоспонгіозної остеопластики ($\tau=+0,36$, $p=0,00007$) та достовірно вищими шансами формування відмінних результатів лікування ($OR=2,94$, CI (6,14-18,14), $p=0,00004$). У 36 (62,07 %) пацієнтів групи встановлено дефекти кістки розміром 3-5 см, наявність яких пов'язана з достовірно кращими клінічними результатами лікування у віддаленому періоді ($\tau=+0,40$, $p=0,00001$) та вищими шансами розвитку хороших показників аутоспонгіозної остеопластики ($OR=37,15$, CI (4,26-323,87), $p=0,000001$). Тоді, як за наявності кісткових дефектів розміром понад 5 см, які встановлено у 18 (31,03 %) пацієнтів групи, доведено формування достовірно гірших результатів аутологічної кісткової трансплантації у віддаленому періоді ($\tau=-0,61$, $p=0,00000000001$) та вищий ризик розвитку задовільних значень ($OR=4,00$, CI (1,17-13,72), $p=0,002$).

Аналізуючи клінічні результати аутоспонгіозної остеопластики з урахуванням типу пошкодження відповідно до класифікації дефектів довгих кісток при бойовій травмі кінцівок, кісткові дефекти типу В, зокрема тип В3 встановлено у 9 (15,52 %) пацієнтів групи. У пацієнтів з кістковими дефектами типу В3 встановлено достовірно кращі клінічні результати аутоспонгіозної остеопластики у віддаленому післяопераційному періоді ($\tau=+0,43$, $p=0,000002$) та достовірно вищі шанси розвитку відмінних значень ($OR=7,04$, CI (1,36-36,40), $p=0,02$). Окрім того кращі клінічні показники визначено за наявності кісткового дефекту типу С1 ($\tau=+0,24$, $p=0,007$), визначеного у 17 (29,31 %) хворих групи. На противагу цьому, формування гірших клінічних результатів встановлено у пацієнтів з кістковими дефектами типу С2 ($\tau=-0,18$, $p=0,047$) та С3 ($\tau=-0,47$, $p=0,0000001$), які зафіксовано у 22 (37,93 %) хворих (тип С2) та 10 (17,24 %) обстежених (тип С3) відповідно. Окрім того, у пацієнтів з кістковими дефектами типу С3 встановлено достовірно вищий ризик розвитку задовільних ($OR=5,05$, CI (1,17-21,83), $p=0,02$) та незадовільних ($OR=7,33$, CI (1,39-38,70), $p=0,02$) результатів аутоспонгіозної остеопластики.

Дефекти типу D3 А згідно класифікації Tetsworth встановлено у 26 (44,83 %) обстежених. Доведено, що наявність помірних кісткових дефектів

розміром від 2 до 4 см у обстежених пов'язана з достовірно кращими результатами лікування ($\tau=+0,53$, $p=0,000000004$) та достовірно вищими шансами формування відмінних ($OR=5,53$, $CI(1,00-30,56)$, $p=0,03$) та хороших ($OR=3,48$, $CI(1,14-10,67)$, $p=0,02$) клінічних показників. Кісткові дефекти типу D3 В спостерігали у 24 (41,38 %) хворих групи. У пацієнтів з кістковими дефектами типу D3 В доведено достовірно гірші клінічні результати аутологічної кісткової трансплантації у віддаленому післяопераційному періоді ($\tau=-0,20$, $p=0,03$) та достовірно вищий ризик формування задовільних значень ($OR=5,80$, $CI(1,63-20,63)$, $p=0,004$). Кісткові дефекти типу D3 С встановлено у 8 (13,79 %) пацієнтів групи, наявність яких пов'язана з формуванням гірших результатів аутоспонгіозної остеопластики ($\tau=-0,48$, $p=0,0000001$) та достовірно вищими шансами розвитку незадовільних клінічних показників ($OR=343,00$, $CI(18,01-6533,86)$, $p\leq 0,00000001$).

Наступним етапом нами проведено аналіз персоніфікованих факторів ризику та чинників, пов'язаних з проведенням втручання. Серед персоніфікованих чинників важливу роль відігравав вік пацієнтів. Вік в діапазоні 18-45 років асоційований з кращими клінічними результатами ($\tau=+0,35$, $p=0,0001$) та достовірно вищими шансами формування відмінних результатів лікування ($OR=3,56$, $CI(1,67-7,57)$, $p=0,009$). На противагу цьому, у пацієнтів віком 46-60 років доведено достовірно гірші клінічні показники ($\tau=-0,35$, $p=0,0001$) та значуще вищий ризик розвитку незадовільних результатів аутологічної кісткової трансплантації ($OR=10,64$, $CI(1,81-62,63)$, $p=0,004$). Оцінюючи такий фактор ризику як куріння, статистично значущих відмінностей частотних показників між групами не доведено ($p=0,25$), проте наявність вказаного фактору пов'язана з достовірно гіршими результатами лікування ($\tau=-0,18$, $p=0,045$).

Окрім того, до факторів, асоційованих з гіршими клінічними результатами аутоспонгіозної остеопластики належали більша тривалість оперативного втручання ($\tau=-0,18$; $p=0,05$), виконання гемотрансфузійної терапії ($\tau=-0,24$; $p=0,007$), наявність значень фізичного статусу за ASA 3-4

класу ($\tau=-0,26$, $p=0,004$), показників $Hb < 100$ г/л в перед- та післяопераційному періодах ($\tau=-0,35$, $p=0,00009$) та ($\tau=-0,26$, $p=0,004$) відповідно). Доведено, що наявність значень $Hb < 100$ г/л в післяопераційному періоді пов'язана з достовірно вищим ризиком формування задовільних клінічних показників ($OR=3,90$, $CI (1,16-13,11)$, $p=0,02$). Натомість факторами, пов'язаними з достовірно кращими результатами лікування визначено вищі значення Hb , встановлені як до хірургічного втручання, так і в післяопераційному періоді ($\tau=+0,18$, $p=0,04$) та ($\tau=+0,25$, $p=0,006$) відповідно), а також значення фізичного статусу за ASA 1-2 класу ($\tau=+0,26$, $p=0,004$).

Окрім морфологічних характеристик ушкодження та персоніфікованих чинників досліджували роль мікробіологічних чинників як предикторів клінічного результату аутоспонгіозної остеопластики кісткових дефектів при вогнепальних переломах трубчастих кісток.

Мікробіологічне дослідження ран було виконано 47 пацієнтам з вогнепальними переломами з дефектами кісткової тканини. Збудники інфекційних хвороб виділено у 40 випадках, у 7 зразках – ріст мікрофлори був відсутнім. Серед культур, виділених з ран, переважали представники грамнегативної мікрофлори, які зафіксовано у 29 (72,50 %) випадках. У видовому складі грамнегативної мікрофлори бойових ран переважали мікроорганізми родини *Enterobacteriaceae*, які виділено у 18 (45,00 %) випадках росту, у 11 (27,50 %) зразках ідентифіковано неферментуючі палички. Грампозитивні мікроорганізми ідентифіковано у 11 (27,50 %) випадках, у тому числі, грампозитивні коки виділено у 6 (15,00 %) випадках, грампозитивні палички, представлені бактеріями роду *Bacillus* – у 5 (12,50 %).

Аналізуючи результати мікробіологічних досліджень, підтверджено, що наявність збудників інфекційних хвороб у ранах обстежених асоційована з достовірно вищим ризиком розвитку задовільних ($OR=2,74$, $CI (7,83-18,83)$, $p=0,00008$) та незадовільних ($OR=2,68$, $CI (4,42-15,42)$, $p=0,01$) результатів аутологічної кісткової трансплантації у віддаленому післяопераційному періоді. Доведено достовірно гірші клінічні результати лікування при

контамінації вогнепальних поранень грамнегативною мікрофлорою ($\tau=-0,32$, $p=0,004$), зокрема представниками родини *Enterobacteriaceae* ($\tau=-0,26$, $p=0,02$), у тому числі *Klebsiella pneumoniae* ($\tau=-0,22$, $p=0,04$), а також у випадках ідентифікації збудників групи *ESKAPE* ($\tau=-0,35$, $p=0,002$). Водночас у пацієнтів, при мікробіологічному дослідженні ран яких виділено представників грампозитивної мікрофлори доведено достовірно кращі клінічні результати аутологічної кісткової трансплантації ($\tau=+0,32$, $p=0,004$). Ідентифікація бактерій роду *Bacillus* асоційована з достовірно кращими результатами аутологічної кісткової трансплантації ($\tau=+0,36$, $p=0,0009$) та достовірно вищими шансами формування відмінних клінічних показників ($OR=51,00$, $CI (3,22-808,36)$, $p=0,001$).

Таким чином, згідно результатів проведеного аналізу встановлено високу клінічну ефективність аутоспонгіозної остеопластики при вогнепальних переломах із дефектами кісткової тканини, яка істотно залежить від комплексу взаємопов'язаних факторів – тяжкості ушкодження, розміру та типу кісткового дефекту, віку пацієнта, наявності анемії та характеру мікробної контамінації.

Альтернативним підходом до заміщення кісткового дефекту розглядали методику остеопластики з використанням ПММА-кісткового цементу, яку застосовували у 39 поранених з вогнепальними переломами трубчастих кісток з дефектами кісткової тканини. Середній вік хворих становив $38,77 \pm 9,31$ років. У 26 (66,67 %) хворих вік визначали як молодий, у 13 (33,33 %) – як середній. Вогнепальні переломи плечової кістки з дефектами кісткової тканини встановлено у 5 (12,82 %) поранених, пошкодження кісток передпліччя – у 7 (17,95 %), у 7 (17,95 %) обстежених діагностовано вогнепальні переломи стегнової кістки, у 21 (53,85 %) пацієнта зафіксовано поранення кісток гомілки.

Середній сумарний клінічний результат у віддаленому післяопераційному періоді становив $74,51 \pm 14,24$ балів і відповідав хорошим значенням. Відмінні показники встановлено у 11 (28,20 %) обстежених,

хороші – у 14 (35,90 %), у 9 (23,08 %) пацієнтів зафіксовано задовільні значення, у 5 (12,82 %) осіб клінічні результати визначали як незадовільні. Середній сумарний результат використання ПММА-кісткового цементу у обстежених з відмінними показниками становив $90,00 \pm 1,34$ балів, $78,93 \pm 3,95$ балів – у пацієнтів з хорошими значеннями, $62,56 \pm 4,36$ балів – у осіб з задовільними результатами та $49,60 \pm 2,79$ балів за наявності незадовільних значень.

Аналізуючи результати використання ПММА-кісткового цементу з урахуванням типу пошкодження за класифікацією Gustilo–Anderson встановлено, що наявність відкритого перелому типу II асоційована з формуванням достовірно кращих результатів ($\tau=+0,27$, $p=0,02$), натомість у пацієнтів з пошкодженнями типу III, доведено значущо гірші клінічні показники у віддаленому післяопераційному періоді ($\tau=-0,27$, $p=0,02$). Переважну частку становили відкриті переломи типу III, які фіксували у 82,05 % випадках, однак як при менш тяжких (тип II), так і при більш складних ушкодженнях (типи IIIA та IIIB) спостерігали співставні клінічні результати, без статистично значущих відмінностей між групами. Не виявлено достовірного зв'язку між клінічними результатами лікування та наявністю переломів типів IIIA ($\tau=+0,02$, $p=0,89$) і IIIB ($\tau=+0,01$, $p=0,90$), що свідчить про збереження ефективності методики, навіть за умов значного ураження кісткової та м'яких тканин. Окрім того, відсутність статистично значущого впливу зазначених типів пошкодження на віддалені результати лікування підтверджує універсальність методу при різному ступені тяжкості бойової травми. Водночас наявність переломів типу IIIC за Gustilo-Anderson асоційована з достовірно гіршими клінічними показниками ($\tau=-0,38$, $p=0,0006$) та значуще вищими шансами формування незадовільних результатів у віддаленому періоді (OR=49,50, CI (3,11-787,04), $p=0,002$). Отже, застосування ПММА-кісткового цементу є ефективним як при легших, так і при тяжких відкритих переломах трубчастих кісток, включно з ушкодженнями типів IIIA

та ПШВ, тоді як переломи типу ПШС потребують особливого підходу та мають несприятливий прогноз незалежно від використаної методики остеопластики.

Оцінюючи абсолютну величину кісткового дефекту у пацієнтів із вогнепальними переломами трубчастих кісток, яким застосовували ПММА-кістковий цемент, середній розмір дефекту становив $5,72 \pm 2,55$ см. Встановлено зворотний помірний кореляційний зв'язок між величиною дефекту та клінічним результатом ($\tau = -0,48$, $p = 0,00002$), що підтверджує формування достовірно гірших результатів лікування у обстежених з більшими розмірами кісткового дефекту.

Згідно категоріальної стратифікації розміру дефекту встановлено, що дефекти до 3 см спостерігали лише у 3 (7,69 %) обстежених і в усіх випадках супроводжувалися формуванням відмінних клінічних показників (27,27 % у підгрупі відмінних результатів) та значуще асоційовані з кращим прогнозом лікування ($\tau = +0,31$, $p = 0,006$). Дефекти 3-5 см фіксували у більшості пацієнтів групи – 21 (53,85 %), зазначений тип був найбільш частими у пацієнтів із відмінними, хорошими та задовільними результатами (54,55 %, 64,29 %, 66,67 % відповідно), статистично значущих відмінностей між групами ($p = 0,08$) та достовірного кореляційного зв'язку з клінічними показниками ($\tau = +0,12$, $p = 0,27$) не визначено. Натомість дефекти понад 5 см виявлено у 15 (38,46 %) пацієнтів, зокрема у всіх пацієнтів з незадовільними результатами (100 %), а також у 18,18 % випадків з відмінними, 35,71 % – з хорошими та 33,33 % із задовільними значеннями, різниця частотних характеристик достовірна ($p = 0,02$). Слід відмітити, що наявність кісткових дефектів понад 5 см значуще пов'язана з розвитком гірших віддалених показників ($\tau = -0,29$, $p = 0,009$) та вищими шансами формування незадовільних результатів ($OR = 2,79$, $CI (1,34-13,34)$, $p = 0,001$).

Враховуючи тип пошкодження відповідно до класифікації дефектів довгих кісток при бойовій травмі кінцівок, кісткові дефекти типу В спостерігали у 3 (7,69 %) пацієнтів групи, їх наявність асоційована зі значуще кращими клінічними результатами використання ПММА-кісткового цементу

($\tau=+0,24$, $p=0,03$). Домінуючим за частотою типом кісткового дефекту при бойовій травмі визначено дефект С-типу, який визначено у 36 (92,31 %) обстежених групи. Водночас, тип С1 встановлено у 14 (35,90 %) пацієнтів, наявність якого значуще пов'язана з формуванням кращих результатів лікування ($\tau=+0,40$, $p=0,0003$) та вищими шансами розвитку відмінного клінічного прогнозу (OR=5,25, CI (1,12-24,67), $p=0,03$). За наявності пошкодження типу С2, визначеного у 15 (38,46 %) пацієнтів, спостерігали тенденцію до формування гірших результатів ($\tau=-0,22$, $p=0,05$) та вищі шанси розвитку задовільного результату (OR=4,67, CI (0,90-24,17), $p=0,049$). Найбільш несприятливий прогноз спостерігали за наявності дефекту типу С3, встановленого у 7 (17,95 %) пацієнтів та асоційованого з достовірно гіршими результатами використання ПММА-кісткового цементу ($\tau=-0,39$, $p=0,0004$); прогностично тип С3 пов'язаний з вищими шансами розвитку незадовільних клінічних показників у віддаленому періоді після використання ПММА-кісткового цементу (OR=11,25, CI (1,32-95,73), $p=0,02$).

За класифікацією Tetsworth дефекти типу D3A встановлено у 15 (38,46 %) пацієнтів, наявність яких пов'язана з розвитком кращих клінічних показників ($\tau=+0,44$, $p=0,00008$) та вищими шансами формування відмінних результатів (OR=8,00, CI (1,56-40,92), $p=0,006$). Дефекти типу D3B зафіксовано у 16 (41,03 %) пацієнтів, значущого кореляційного зв'язку з клінічним результатом не доведено ($\tau=-0,07$; $p=0,53$). Масивні дефекти типу D3C спостерігали у 8 (20,51 %) обстежених переважно у підгрупі з незадовільними значеннями (80,00 %), їх наявність асоційована з гіршими віддаленими показниками ($\tau=-0,45$, $p=0,00007$) та істотно вищими шансами розвитку незадовільного результату (OR=30,00, CI (2,44-368,83), $p=0,002$).

Персоніфіковані характеристики у цій когорті мали меншу прогностичну вагу порівняно з параметрами ушкодження та системними факторами. Середній вік обстежених складав $38,77 \pm 9,31$ років, міжгрупових відмінностей не доведено ($p=0,60$), як і значущого кореляційного зв'язку з результатами лікування ($\tau=-0,11$, $p=0,34$). Куріння було поширеним фактором

ризика (84,62 %) і хоча частотні відмінності між групами недостовірні ($p=0,53$), наявність вказаного фактору асоційована зі значуще гіршими результатами використання ПММА-кісткового цементу ($\tau=-0,28$, $p=0,01$).

Серед факторів, пов'язаних із проведенням лікуванням, тривалість операції ($48,33\pm 29,88$ хв.) не мала значущого впливу на віддалені результати ($\tau=-0,02$, $p=0,84$), натомість гемотрансфузія була одним із найбільш потужних негативних предикторів. Гемотрансфузійну терапію виконано 9 (23,08 %) пацієнтам, вказаний фактор визначено у всіх хворих з незадовільними результатами (100,00 %) і майже у половини обстежених із задовільними показниками (44,44 %), частотні відмінності між групами статистично значущі ($p\leq 0,00001$), окрім того наявність гемотрансфузій в анамнезі пов'язана з розвитком гірших клінічних результатів у віддаленому періоді ($\tau=-0,58$, $p=0,0000002$).

Суттєве прогностичне значення у визначенні клінічного результату використання ПММА-кісткового цементу мали фактори, що відображали системний стан організму, зокрема рівень гемоглобіну та клас ASA.

Середній рівень Hb до операції становив $114,10\pm 21,50$ г/л, значуще відрізнявся між групами ($p=0,0003$), вищі значення досліджуваного показника пов'язані з кращими клінічними результатами лікування ($\tau=+0,50$, $p=0,000006$). Hb < 100 г/л у передопераційному періоді виявлено у 9 (23,08 %) хворих, наявність якого асоційована зі значуще гіршими клінічними показниками ($\tau=-0,54$, $p=0,000001$) та високими шансами формування задовільного результату (OR=18,00, CI (2,72-119,20), $p=0,0008$).

Рівень Hb в післяопераційному періоді становив $108,74\pm 17,88$ г/л і також значуще відрізнявся між групами ($p=0,001$), демонструючи позитивний зв'язок високих значень Hb із кращими результатами ($\tau=+0,49$, $p=0,00001$). Значення Hb < 100 г/л після операції спостерігали у 13 (33,33 %) пацієнтів, переважно у групах задовільних (77,78 %) і незадовільних (80,00 %) результатів ($p=0,0002$) та пов'язані зі значуще гіршими клінічними показниками ($\tau=-0,56$, $p=0,0000005$). Слід відмітити, що наявність значень Hb

< 100 г/л, визначених в післяопераційному періоді у обстежених асоційована зі значущо вищим ризиком формування задовільних та незадовільних клінічних результатів використання ПММА-кісткового цементу ((OR=14,00, CI (2,16-90,79), p=0,001) та (OR=11,11, CI (1,01-122,28), p=0,02) відповідно).

Середній показник фізичного статусу за ASA становив $2,67 \pm 0,48$, різниця між групами була недостовірною (p=0,65), проте наявність нижчих значень пов'язана з кращими результатами лікування ($\tau = -0,26$; p=0,02). Належність хворого за ASA до 1-2 класу пов'язана з кращими віддаленими показниками ($\tau = +0,26$, p=0,02), тоді як до 3-4 класу – з гіршими клінічними параметрами ($\tau = -0,26$, p=0,02).

Окрім клінічних, морфологічних та системних чинників, аналізували мікробіологічний профіль бойових ран як фактору прогнозу використання ПММА-кісткового цементу.

Бактеріологічне дослідження вмісту ран пацієнтів з вогнепальними переломами з дефектами кісткової тканини було виконано у 31 випадку, відсутність росту мікрофлори спостерігали у 1 (3,23 %) зразку, у 30 (96,77 %) – при посіві виділено збудників інфекційних хвороб.

Аналізуючи стан мікробіоценозу ран обстежених, у переважній більшості випадків – 22 (73,33 %) зафіксовано представників грамнегативної мікрофлори, у 8 (26,67 %) зразках – грампозитивної. Серед грамнегативних мікроорганізмів переважали неферментуючі палички, які ідентифіковано у 14 (46,67 %) зразках, у 8 (26,67 %) випадках росту виділено мікроорганізми родини *Enterobacteriaceae*. У структурі грампозитивної мікробіоти вогнепальних ран, грампозитивні коки, представлені бактеріями роду *Staphylococcus*, виділено у 5 (16,67 %) випадках, у 3 (10,00 %) зразках ідентифіковано грампозитивні палички, які належали до роду *Bacillus*.

У пацієнтів із вогнепальними пораненнями, контамінованими грамнегативною мікрофлорою доведено достовірно гірші клінічні результати використання ПММА-кісткового цементу ($\tau = -0,48$, p=0,0002). Слід відмітити, що зі значуще гіршими результатами лікування асоційована ідентифікація

мікроорганізмів родини *Enterobacteriaceae* ($\tau=-0,28$, $p=0,03$), як і виявлення бактерій роду *Klebsiella* ($\tau=-0,28$, $p=0,03$). Натомість, ідентифікація представників грампозитивної флори пов'язана зі значуще кращим прогнозом ($\tau=+0,48$, $p=0,0002$) та вищими шансами формування відмінних результатів використання ПММА-кісткового цементу ($OR=7,50$, $CI (1,15-48,97)$, $p=0,02$). Окрім того, розвиток значуще кращих результатів лікування встановлено за наявності бактерій роду *Staphylococcus* ($\tau=+0,32$, $p=0,01$), так і при ідентифікації ізолятів роду *Bacillus* ($\tau=+0,31$, $p=0,02$). Додатково підтверджено значущість ранньої ідентифікації збудників групи *ESKAPE*, які визначено у 19 (48,72 %) випадках, зокрема, у 100 % пацієнтів із задовільними результатами лікування та у 80 % – із незадовільними, зі значущою відмінністю між групами ($p=0,03$). Наявність збудників групи *ESKAPE* у бойовій рані асоційована з гіршим клінічним прогнозом ($\tau=-0,44$, $p=0,0006$) та вищими шансами формування задовільних результатів застосування ПММА-кісткового цементу ($OR=2,79$, $CI (1,35-13,35)$, $p=0,003$).

Аналізуючи віддалені результати застосування ПММА-кісткового цементу у пацієнтів з вогнепальними переломами трубчастих кісток із дефектами кісткової тканини підтверджено високу ефективність методики та обґрунтовано доцільність урахування характеристик ушкодження, параметрів дефекту, показників системного стану та мікробного профілю бойової рани.

З метою стандартизації прийняття клінічного рішення на основі визначених предикторів було розроблено оригінальний алгоритм вибору оптимального методу остеопластики. Алгоритм базується на бальній оцінці прогностичних факторів із присвоєнням вагових коефіцієнтів відповідно до сили їх впливу, визначеної за показниками відношення шансів (OR) та коефіцієнта τ -Кендалла. Прогнозовану ефективність аутологічної кісткової пластики та застосування ПММА-кісткового цементу визначали шляхом сумарної оцінки балів, а метод із вищим значенням розглядали як пріоритетний. За відсутності різниці сумарних показників методи вважали

еквівалентними, а остаточний вибір ґрунтувався на клінічних і технічних особливостях.

На проспективному етапі дослідження виконано валідацію розробленого алгоритму на незалежній вибірці пацієнтів. Однорідність ретроспективної та проспективної груп підтверджена за всіма прогностичними критеріями, включеними до моделі. Ефективність алгоритму оцінювали шляхом порівняння клінічних результатів лікування в цілому, а також окремо для пацієнтів, яким виконували аутологічну кісткову пластику або застосовували ПММА-кістковий цемент.

До проспективної групи включено 44 поранених з вогнепальними переломами трубчастих кісток з дефектами кісткової тканини. Середній вік обстежених – $35,98 \pm 8,82$ років.

Оцінюючи результати застосування оригінального алгоритму вибору оптимального методу остеопластики дефектів кісткової тканини у пацієнтів із вогнепальними переломами трубчастих кісток, доведено його високу клінічну ефективність. У більшості обстежених (72,73 % випадків) встановлено суттєве покращення клініко-функціональних показників, зокрема відмінні результати лікування визначено у 14 (31,82 %) поранених, хороші – у 18 (40,91 %), задовільні – у 11 (25,00 %), у 1 (2,27 %) обстеженого результат оцінювали як незадовільний. Середній результат лікування становив $82,00 \pm 10,73$ балів та відповідав хорошим значенням. Окрім того, формування кращих результатів лікування доведено у пацієнтів з вищими значеннями індексу ($\tau=+0,62$, $p<0,000001$), що підтверджує доцільність його використання. У поранених з вищими показниками індексу спостерігали меншу інтенсивність больового синдрому ($\tau=+0,40$, $p=0,0001$), кращі результати відновлення функціональної спроможності ($\tau=+0,56$, $p<0,000001$), рухів у суглобах ($\tau=+0,62$, $p<0,000001$), працездатності ($\tau=+0,32$, $p=0,002$), рентгенологічних показників ($\tau=+0,43$, $p=0,00003$) та анатомічного компонента ($\tau=+0,39$, $p=0,0002$).

Наступним етапом оцінювали результати лікування пацієнтів з вогнепальними переломами трубчастих кісток, яким за даними оригінального

алгоритму для остеопластики дефектів кісткової тканини застосовували аутологічні кісткові трансплантати. Середній результат аутоспонгіозної остеопластики у обстежених проспективної групи відповідав хорошим значенням – $80,13 \pm 11,01$ балів. Відмінні клінічні показники встановлено у 6 (26,09 %) обстежених, хороші – у 10 (43,47 %), задовільні – у 6 (26,09 %) хворих, у 1 (4,35 %) обстеженого результат оцінювали як незадовільний. У пацієнтів з вищими значеннями індексу спостерігали значущо кращі результати лікування, що є підтвердженням високої ефективності розробленого алгоритму ($\tau=+0,90$, $p=0,000000002$). Вищі значення розробленого індексу у обстежених асоційовані з меншою вираженістю больового синдрому ($\tau=+0,55$, $p=0,0002$), а також кращими показниками функціональної спроможності ($\tau=0,59$, $p=0,00008$), відновлення амплітуди рухів ($\tau=+0,79$, $p=0,0000001$), працездатності ($\tau=+0,30$, $p=0,05$), рентгенологічних ($\tau=+0,71$, $p=0,000002$) та анатомічних ($\tau=+0,57$, $p=0,0002$) параметрів, що свідчить про суттєвий зв'язок між вибором методу остеопластики і результатом лікування.

В подальшому проаналізовано клініко-функціональні результати лікування пацієнтів проспективної групи, яким за результатами оригінального алгоритму для остеопластики кісткового дефекту застосовували ПММА-кістковий цемент. Середній сумарний результат обстежених становив $84,05 \pm 10,29$ балів та відповідав хорошему рівню відновлення. У 8 (38,10 %) пацієнтів визначено відмінні показники, ще у 8 (38,10 %) – хороші, у 5 (23,80 %) осіб результати оцінювали як задовільні. Незадовільних результатів не спостерігали у жодному випадку. Значення розробленого індексу вибору оптимального методу остеопластики асоційовані зі значущо кращими результатами використання ПММА-кісткового цементу ($\tau=+0,73$, $p=0,000004$). Вищі значення індексу асоційовані з меншою вираженістю болю ($\tau=+0,54$, $p=0,0006$), а також кращими: рівнем функціональної активності ($\tau=+0,79$, $p=0,0000005$), діапазону рухів в суглобі ($\tau=+0,74$, $p=0,000003$), показниками працездатності ($\tau=+0,33$, $p=0,04$), характеристиками

рентгенологічного відновлення ($\tau=+0,37$, $p=0,02$) та анатомічними параметрами ($\tau=+0,40$, $p=0,01$).

Наступним етапом з метою оцінки ефективності розробленого алгоритму проведено порівняльний аналіз результатів лікування пацієнтів ретроспективної та проспективної груп.

У обстежених проспективної групи, яким вибір методу остеопластики здійснювали з дотриманням принципів запропонованого алгоритму, порівняно зі значеннями хворих ретроспективної групи, яким пластику кісткового дефекту виконували згідно загальноприйнятого підходу, встановлено значуще кращі клінічні показники за усіма досліджуваними критеріями оцінки, зокрема сумарним клінічним результатом ($82,00 \pm 10,73$ балів проти $71,85 \pm 14,99$ балів, $p=0,00006$), інтенсивністю больового синдрому ($16,73 \pm 2,63$ балів проти $14,72 \pm 3,29$ балів, $p=0,0008$), показниками функції ($15,91 \pm 3,17$ балів проти $13,81 \pm 3,51$ балів, $p=0,001$), відновлення рухів у суглобі ($16,18 \pm 3,34$ балів проти $13,94 \pm 4,09$ балів, $p=0,002$), працездатності ($8,50 \pm 1,23$ балів проти $7,63 \pm 1,42$ балів відповідно, $p=0,0007$), рентгенологічними характеристиками ($12,20 \pm 1,98$ балів проти $10,70 \pm 2,90$ балів, $p=0,004$), та анатомічними параметрами ($12,48 \pm 1,82$ балів проти $11,04 \pm 2,76$ балів, $p=0,003$). Отримані дані свідчать про високу ефективність розробленого підходу, застосування якого дозволило досягнути значуще кращі клініко-функціональні показники відновлення у обстежених проспективної групи.

Подібну тенденцію спостерігали при порівняльному аналізі клінічних результатів лікування пацієнтів ретроспективної та проспективної груп з урахуванням запропонованого методу остеопластики дефекту кісткової тканини при вогнепальних переломах трубчастих кісток.

У пацієнтів проспективної групи, яким за результатами запропонованого алгоритму використовували аутологічні кісткові трансплантати, встановлено значуще кращі клінічні показники, порівняно з результатами загальноприйнятого підходу, застосованого хворим ретроспективної групи, за всіма розглянутими критеріями, зокрема сумарним показником лікування

(80,13±11,01 балів проти 70,05±15,33 балів, $p=0,006$), інтенсивністю больового синдрому (16,17±2,55 балів проти 14,34±3,09 балів, $p=0,02$), функціональним відновленням (15,48±3,26 балів проти 13,45±3,41 балів, $p=0,02$), відновленням амплітуди рухів (15,65±3,39 балів проти 13,45±4,15 балів, при $p=0,03$), працездатності (8,43±1,20 балів проти 7,55±1,45 балів, $p=0,01$), рентгенологічними (12,00±2,02 балів проти 10,40±3,19 балів, $p=0,04$) та анатомічними (12,39±1,88 балів проти 10,86±3,07 балів, $p=0,04$) параметрами. Таким чином, обґрунтований вибір методики кісткової пластики як основного варіанту заміщення дефекту сприяв досягненню кращих результатів лікування.

Переваги застосування запропонованого алгоритму визначено і у обстежених, яким рекомендували остеопластики дефектів зі застосуванням ПММА-кісткового цементу. У пацієнтів проспективної групи, яким, за результатами оригінального алгоритму здійснювали пластику кісткових дефектів із використанням ПММА-кісткового цементу, порівняно з показниками загальноприйнятого підходу, застосовуваного пацієнтам ретроспективної вибірки, встановлено значуще кращі показники за всіма розглянутими категоріями: «Сумарний результат» (84,05±10,29 балів проти 74,51±14,24 балів, $p=0,007$), «Больовий синдром» (17,33±2,63 балів проти 15,28±3,54 балів, $p=0,03$), «Функція» (16,38±3,07 балів та 14,36±3,64 балів, $p=0,045$), «Рухи у суглобі» (16,76±3,25 балів проти 14,67±3,93 балів, $p=0,048$), «Працездатність» (8,57±1,29 балів проти 7,74±1,39 балів, при $p=0,03$), «Рентгенологічні ознаки» (12,43±1,96 балів проти 11,15±2,38 балів, $p=0,048$), «Анатомія» (12,57±1,80 балів проти 11,31±2,23 балів, $p=0,03$).

Узагальнюючи отримані результати, підтверджено високу ефективність запропонованого підходу як інструменту індивідуалізованого вибору методу остеопластики, застосування якого дозволило покращити клініко-функціональні результати лікування пацієнтів з вогнепальними переломами трубчастих кісток з дефектами кісткової тканини.

ВИСНОВКИ

1. Охарактеризовано віддалені результати застосування аутоспонгіозної остеопластики у пацієнтів з вогнепальними переломами трубчастих кісток із дефектами кісткової тканини. Детермінантами сприятливого клінічного прогнозу визначено: відкриті переломи типу II та IIIA за Gustilo-Anderson; кісткові дефекти до 5 см; дефекти типу B3 та C1 за класифікацією дефектів довгих кісток при бойовій травмі кінцівок; дефекти типу D3 A за Tetsworth; вік до 45 років; рівень Hb \geq 100 г/л; фізичний статус за ASA 1-2 класу; ідентифікація представників грампозитивної мікрофлори при мікробіологічному дослідженні бойової рани, зокрема представників роду *Bacillus*. Фактори несприятливого прогнозу: пошкодження типу IIIB та IIIC за Gustilo-Anderson; кісткові дефекти понад 5 см; кісткові дефекти типу C2 та C3 за класифікацією дефектів довгих кісток при бойовій травмі кінцівок; кісткові дефекти типу D3 B та D3 C за Tetsworth; вік старше 46 років; супутні фактори (куріння; гемотрансфузійна терапія; рівень Hb $<$ 100 г/л; фізичний статус за ASA 3-4 класу); контамінація ран збудниками інфекційних хвороб (за винятком представників роду *Bacillus*), зокрема мікроорганізмами групи *ESKAPE*, грамнегативною мікрофлорою, представниками родини *Enterobacteriaceae*, у тому числі *Klebsiella pneumoniae*.

2. Оцінено клініко-функціональні результати остеопластики з використанням ПММА-кісткового цементу та визначено вплив характеристик ушкодження, системного стану пацієнтів і мікробіологічного профілю рани на ефективність методики. Факторами сприятливого прогнозу вважаємо: відкриті переломи типу II за Gustilo-Anderson; кісткові дефекти до 3 см; кісткові дефекти типу B3 та C1 за класифікацією дефектів довгих кісток при бойовій травмі кінцівок; дефекти типу D3 A за Tetsworth; вогнепальні переломи плечової кістки; рівень Hb \geq 100 г/л; фізичний статус за ASA 1-2 класу; ідентифікація представників грампозитивної мікрофлори при мікробіологічному дослідженні рани, зокрема наявність бактерій роду

Staphylococcus чи ізолятів роду *Bacillus*. Несприятливі предиктори: пошкодження типу III, зокрема IIIС за Gustilo-Anderson; кісткові дефекти понад 5 см; дефекти типу С2 та С3 за класифікацією дефектів довгих кісток при бойовій травмі кінцівок; дефекти типу D3 С за Tetsworth; вогнепальні переломи стегнової кістки; супутні стани (значення Hb < 100 г/л; куріння; гемотрансфузійна терапія; фізичний статус за ASA 3-4 класу; контамінація ран збудниками групи *ESKAPE*, грамнегативною мікрофлорою, зокрема мікроорганізмами родини *Enterobacteriaceae*, бактеріями роду *Klebsiella*.

3. Розроблено оригінальний алгоритм диференційованого вибору оптимального методу остеопластики дефектів кісткової тканини при вогнепальних переломах трубчастих кісток на основі кількісної оцінки прогностичної цінності клініко-функціональних, морфологічних і мікробіологічних факторів. Запропонована бальна система дозволяє об'єктивно прогнозувати результати лікування. Вищі значення індексу достовірно асоційовані з кращими результатами лікування, незалежно від обраного методу остеопластики.

4. Визначено високу клінічну ефективність застосування розробленого алгоритму диференційованого вибору оптимального методу остеопластики порівняно з результатами загальноприйнятого підходу. В результаті застосування алгоритму встановлено суттєве покращення клініко-функціональних показників у 72,73 % обстежених. Переваги застосування алгоритму встановлено як при застосуванні аутологічних кісткових трансплантатів, так і ПММА-кісткового цементу, що підтверджено значуще кращими клінічними показниками за усіма досліджуваними критеріями, зокрема сумарним клінічним результатом, інтенсивністю болювого синдрому, показниками функції, відновлення рухів у суглобі, працездатності, рентгенологічними та анатомічними параметрами.

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. З метою покращення результатів лікування поранених із вогнепальними переломами трубчастих кісток з дефектами кісткової тканини рекомендовано здійснювати обґрунтований вибір методу остеопластики на основі комплексної оцінки тяжкості ушкодження за класифікацією Gustilo–Anderson, абсолютного розміру та типу кісткового дефекту за класифікаціями дефектів довгих кісток при бойовій травмі кінцівок і Tetsworth, а також показників системного стану пацієнта та мікробіологічного профілю бойової рани.
2. При дефектах кісткової тканини розміром до 3 см доцільним є застосування аутоспонгіозної остеопластики, тоді як при дефектах 3-5 см вибір методики повинен базуватися на сукупності прогностичних факторів. За наявності масивних дефектів понад 5 см, а також дефектів типу C3 і D3 C, слід розглядати обмеження застосування стандартних методів остеопластики та планувати етапні або альтернативні реконструктивні втручання.
3. Рекомендовано враховувати системні чинники ризику, зокрема рівень гемоглобіну, клас фізичного статусу за ASA та необхідність гемотрансфузій, як обов'язкові критерії прогнозування результатів остеопластики та вибору хірургічної тактики. За наявності анемії (Hb <100 г/л) доцільно здійснювати корекцію системного стану пацієнта до виконання реконструктивного втручання.
4. Мікробіологічне дослідження бойових ран рекомендовано виконувати на ранніх етапах лікування з подальшою корекцією антибактеріальної терапії та вибору остеопластичного матеріалу, особливо у випадках виявлення грамнегативної мікрофлори та збудників групи *ESKAPE*.
5. Використання розробленого алгоритму вибору оптимального методу остеопластики рекомендовано для практичного впровадження у травматологічних та ортопедичних відділеннях з метою підвищення ефективності лікування та покращення віддалених клінічних результатів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Берладір, Х. В., Говорун, Т. П., & Олешко, О. М. (2022) *Біомедичні матеріали: від історії до сьогодення*. Суми: Сумський державний університет, 223 с.
2. Бородюк, Д., Зазірний, І., Анкін, М., & Ладика, В. (2025). Епідеміологія та клінічні особливості вогнепальних переломів стегнової кістки в умовах військового конфлікту. *Травма*, 26(2), 94–99. <https://doi.org/10.22141/1608-1706.2.26.2025.1006>
3. Бур'янов, О., Кваша, В., Ярмолюк, Ю., & Пасенко, М. (2025). Сучасні технології заміщення дефектів кісткової тканини (bone transport, Masquelet) (огляд літератури та метааналіз). *Травма*, 26(6), 453–463. <https://doi.org/10.22141/1608-1706.6.26.2025.1060>
4. Гаріян, С. В., Цибульський, О. С., Маховський, В. П., & Салій, З. В. (2024). Досвід лікування сегментарних кісткових дефектів у пацієнтів з бойовою травмою з використанням методу дистракційного остеогенезу. *Ортопедія, травматологія та протезування*, (4), 71–78. <https://doi.org/10.15674/0030-59872023471-78>
5. Грицай, М. П., Колов, Г. Б., Сабодош, В. І., Видерко, Р. В., Половий, А. С., & Гуцайлюк, В. І. (2024). Основні хірургічні методи заміщення критичних кісткових дефектів великогомілкової кістки. (Огляд літератури). Перша частина. *Terra Orthopaedica*, 1(120), 42–49. doi:10.37647/2786-7595-2024-120-1-42-49.
6. Грицай, М. П., Колов, Г. Б., Сабодош, В. І., Видерко, Р. В., Половий, А. С., & Гуцайлюк, В. І. (2024). Основні хірургічні методи заміщення критичних кісткових дефектів великогомілкової кістки. (Огляд літератури). Друга частина. *Terra Orthopaedica*, 2(121), 45–53. doi:10.37647/2786-7595-2024-121-2-45-53.
7. Грицай, М. П., Поляченко, Ю. В., Цокало, В. М., Колов, Г. Б., & Євлантьєва, Т. А. (2023). Лікувальна тактика при виникненні інфекційних ускладнень у

- пацієнтів, які отримали бойові поранення опорно-рухової системи (за власним досвідом клініки) *Terra Orthopaedica*, (1), 46–57. doi:10.37647/2786-7595-2023-116-1-46-57.
8. Завгородній, С. М., Котенко, О. І., Данилюк, М. Б., & Кубрак, М. А. (2023). Хірургічне лікування ізольованих вогнепальних осколкових поранень м'яких тканин шляхом поєднання первинно відтермінованих швів з ін'єкціями в рану збагаченої тромбоцитами аутоплазми при мінно-вибуховій травмі. *Запорізький медичний журнал*, 25, 4(139), 339-345. DOI: 10.14739/2310-1210.2023.4.269875.
 9. Зозуля, І. С., Волосовець, А. О., & Зозуля, А. І. (2023). Травматична хвороба: догоспітальна допомога. *Укр. Мед. Часопис*, 6(158) – XI/XII 2023. 58-61. DOI: 10.32471/umj.1680-3051.158.247605.
 10. Іванова, Г. О., Дудченко, М. О., Кравців, М. І., Іващенко, Д. М., Шевчук, М. П., Зезекало, Є. О., & Прихідько, Р. А. (2023). Вибір оптимального методу місцевого лікування вогнепального поранення, що сприяє ранній пластиці рани. *Актуальні проблеми сучасної медицини: Вісник Української медичної стоматологічної академії*, 23(4), 110-114. <https://doi.org/10.31718/2077-1096.23.4.110>.
 11. Казмірчук, А. П., Бур'янов, О. А., Ярмолюк, Ю. О., Яловенко, В. А., & Матвійчук, Б. В. (2025). Використання інтрамедулярних спейсерів для профілактики та лікування інфекційних ускладнень у постраждалих з вогнепальними діафізарними переломами стегнової кістки. *Сучасні аспекти військової медицини*, 32(2), 10-22. <https://doi.org/10.32751/2310-4910-2025-32-2-01>
 12. Кляцький, Ю. П., Трибушний, О. В., Труфанов, І. І., & Косило, В. В. (2022). Лікування гнійно-запальних ускладнень кульових та мінно-вибухових травм кінцівок. *Сучасні медичні технології*, (3), 60–65. [https://doi.org/10.34287/ММТ.3\(54\).2022.11](https://doi.org/10.34287/ММТ.3(54).2022.11)
 13. Корж, М. О., Філіпенко, В. А., Поплавська, К. С., & Ашукіна, Н. О. (2023). Матеріали на основі трикальційфосфату для заміщення дефектів кісток

- (огляд літератури). *Ортопедія, травматологія та протезування*, (2), 100–107. <https://doi.org/10.15674/0030-598720212100-107>
14. Король, С. О. (2018). Кісткова пластика в системі спеціалізованого лікування поранених з бойовими травмами кінцівок. *Травма*, 19(1), 20–26. doi:10.22141/1608-1706.1.19.2018.126659
15. Кріштафор, Д. А., Кріштафор, А. А., Галушак, А. Я., Минка, В. Ю., Селезньова, У. В., & Грабова, Г. Ю. (2023). Антибіотикотерапія при вогнепальній бойовій травмі: вісім років по тому (ретроспективне обсерваційне дослідження). *Медицина невідкладних станів*, 19(4), 241–248. doi:10.22141/2224-0586.19.4.2023.1591
16. Лакша, А. А. (2023). Тактика проведення реконструктивно-відновних втручань постраждалим із вогнепальними пораненнями верхніх кінцівок. *Хірургія. Ортопедія. Травматологія. Інтенсивна терапія*, 56-57(4-5), 19. <https://health-ua.com/hirurgiya/viiskova-medicina/75480-taktika-provedennya-rekonstruktivnovdnovnih-vtruchan-postrazhdalim-zvognepa>
17. Литвинюк, О. (2025). Клінічні результати аутологічної кісткової трансплантації при вогнепальних переломах з дефектами кісткової тканини. *Матеріали XXIX Конгресу студентів та молодих учених «Майбутнє за наукою»* (9-11 квітня, Тернопіль), Тернопільський національний медичний університет, 420–421.
18. Литвинюк, О. (2025). Характеристика факторів ризику, пов'язаних з аутоспонгіозною остеопластикою дефектів кісткової тканини при вогнепальних переломах трубчастих кісток. *Матеріали XXIX Конгресу студентів та молодих учених «Майбутнє за наукою»* (9-11 квітня, Тернопіль), Тернопільський національний медичний університет, 421.
19. Литвинюк, О. М. (2025). Прогнозування клінічних результатів аутоспонгіозної остеопластики при вогнепальних переломах, враховуючи тип кісткового дефекту за класифікацією Tetsworth. *Матеріали XXII Студентської наукової конференції з міжнародною участю «Перший крок*

- в науку-2025» (17-18 квітня 2025 р., Вінниця). Вінницький національний медичний університет ім. М. І. Пирогова, 648.
20. Литвинюк, О. М. (2025). Характеристика клінічних результатів аутологічної кісткової трансплантації при бойових травмах кінцівок з урахуванням типу кісткового дефекту. *Матеріали XXII Студентської наукової конференції з міжнародною участю «Перший крок в науку-2025»* (17-18 квітня 2025 р., Вінниця). Вінницький національний медичний університет ім. М. І. Пирогова, 649.
21. Попсуйшапка, О. К., Литвишко, В. О., Малик, Р. В., Долуда, Я. А., & Міхановський, Д. О. (2025). Руйнування кістки й оточуючих тканин у разі вогнепальних переломів довгих кісток кінцівок (клініко-рентгенологічна класифікація). Перше повідомлення. *Ортопедія, травматологія та протезування*, (4), 17–24. <https://doi.org/10.15674/0030-59872025417-24>
22. Родіонов, А. В., Носівець, Д. С., Бець, В. Г., Воронець, В. В., & Денисюк, М. А. (2024). Хірургічне лікування дефектів кісток кінцівок унаслідок вогнепальних поранень. *Ортопедія, травматологія та протезування*, 4, 76–81. doi:10.15674/0030-59872024476-81.
23. Руденко, М., & Дакал, А. (2023). Патофізіологія вогнепальних ушкоджень магістральних судин: аналіз сучасних досліджень. *Сучасна медицина, фармація та психологічне здоров'я*, 2(11), 18–22. doi:10.32689/2663-0672-2023-2-3.
24. Фіщенко, В. О., & Литвинюк, О. М. (2025). Клінічна ефективність використання ПММА-цементу в лікуванні вогнепальних переломів з дефектами кісткової тканини. *Клінічна та експериментальна патологія*, 24(3), 30–38. DOI: <https://doi.org/10.24061/1727-4338.XXIV.3.93.2025.05>
25. Фіщенко, В. О., & Литвинюк, О. М. (2025). Мікробіологічні предиктори клінічної ефективності остеопластики вогнепальних переломів із використанням поліметилметакрилатного кісткового цементу. *Art of Medicine*, 36(4), 58-64. <https://doi.org/10.21802/artm.2025.4.36.58>

26. Фіщенко, В. О., & Литвинюк, О. М. (2025). Мікробіологічні фактори прогнозу клінічного результату аутоспонгіозної остеопластики вогнепальних переломів з дефектами кісткової тканини. *ScienceRise: Medical Science*, 64(3), 40–45. <https://doi.org/10.15587/2519-4798.2025.348416>
27. Фіщенко, В. О., & Литвинюк, О. М. (2025). Особливості аутоспонгіозної остеопластики при вогнепальних переломах з дефектами кісткової тканини. *Вісник проблем біології і медицини*, 177(2), 277–288. DOI: 10.29254/2077-4214-2025-2-177-277-288
28. Фіщенко, В. О., Литвинюк, О. М. & Фіщенко О. В. (2025). Особливості використання цементу на основі поліметилметакрилату в системі лікування вогнепальних переломів з дефектами кісткової тканини. *Український медичний часопис*, 170(4), 53-59. DOI: 10.32471/umj.1680-3051.265215.
29. Фомін, О. О., Ковальчук, В. П., Фоміна, Н. С., Желіба, М. Д., Доброванов, О., & Кралинський, К. (2019). Лікування гнійно-запальних ускладнень при бойовій вогнепальній травмі. *Сучасні медичні технології*, (2), 34–39.
30. Фомін, О. О., Фоміна, Н. С., Лазаренко, Ю. В., Шалигін, С. М., Шамін, А. М., Кузів, Є. Л., & Марцинковський, І. П. (2020). Особливості використання антибіотиків при вогнепальних переломах довгих кісток. *Сучасні медичні технології*, 2, 27–42. doi:10.32751/2310-4910-2020-27-42.
31. Шмагой, В. Л., Ульянович, Н. В., Юрженко, М. В., Коломієць, В. В., & Фірстов, С. О. (2025). Використання модифікованої біоактивної кераміки під час пластики критичних розмірів посттравматичних кісткових дефектів. *Ортопедія, травматологія та протезування*, (1), 21–29. <https://doi.org/10.15674/0030-59872025121-29>
32. Шмагой, В. Л., Лобач, С. І., & Рижков, Б. С. (2023). Оптимізація тактики лікування вогнепальних переломів з критичними кістковими дефектами, ускладнених місцевими септичними проявами. *Харківська хірургічна школа*, 123(6), 57–63. <https://doi.org/10.37699/2308-7005.6.2023.12>

33. Adejuyigbe, B., Gharpure, M., Wahle, C. F., & Kallini, J. R. (2024). Distraction Osteogenesis: A Comprehensive Review. *Applied Biosciences*, 3(4), 503–516. <https://doi.org/10.3390/applbiosci3040032>
34. Ahmed, M. (2025). Literature Review on Assessment and Decision-Making in Complex Limb Fracture Management: A Critical Evaluation of Evidence-Based Approaches. *Open Journal of Orthopedics*, 15, 208–221. doi: 10.4236/ojo.2025.156021.
35. Al-Husinat, L., Jouryyeh, B., Al Sharie, S., Al Modanat, Z., Jurieh, A., Al Hseinat, L., & Varrassi, G. (2023). Bone Cement and Its Anesthetic Complications: A Narrative Review. *Journal of clinical medicine*, 12(6), 2105. <https://doi.org/10.3390/jcm12062105>
36. American Psychological Association. (2020). *Publication manual of the American Psychological Association* (7th ed.). American Psychological Association.
37. American Society of Anesthesiologists. (1963/2020). *ASA physical status classification system*. <https://www.asahq.org/standards-and-practice-parameters/asa-physical-status-classification-system>
38. AO/ASIF Group. (1991). *Manual of internal fixation: Techniques recommended by the AO-ASIF group* (3rd ed.). Springer-Verlag.
39. Ardelean, A. I., Mârza, S. M., Marica, R., Dragomir, M. F., Rusu-Moldovan, A. O., Moldovan, M., Pașca, P. M., & Oana, L. (2024). Evaluation of Biocomposite Cements for Bone Defect Repair in Rat Models. *Life (Basel, Switzerland)*, 14(9), 1097. <https://doi.org/10.3390/life14091097>
40. Armbruster, J., Thomas, B., Stengel, D., Spranger, N., Gruetzner, P. A., & Hackl, S. (2025). Managing Nonunions and Fracture-Related Infections—A Quarter Century of Knowledge, and Still Curious: A Narrative Review. *Journal of Clinical Medicine*, 14(21), 7767. <https://doi.org/10.3390/jcm14217767>
41. Audet, M. A., Benedick, A., & Vallier, H. A. (2022). Tobacco smoking is associated with more pain and worse functional outcomes after torsional ankle

- fracture. *OTA international : the open access journal of orthopaedic trauma*, 5(1), e175. <https://doi.org/10.1097/OI9.000000000000175>
42. Avinashi, S. K., Shweta, Bohra, B., Mishra, R. K., Kumari, S., Fatima, Z., Hussain, A., Saxena, B., Kumar, S., Banerjee, M., & Gautam, C. R. (2024). Fabrication of Novel 3-D Nanocomposites of HAp-TiC-h-BN-ZrO₂: Enhanced Mechanical Performances and In Vivo Toxicity Study for Biomedical Applications. *ACS biomaterials science & engineering*, 10(4), 2116–2132. <https://doi.org/10.1021/acsbmaterials.3c01478>
43. Belkheir, M., Alami M., Mokaddem A., Doumi B., & Boutaous, A. (2022). An Investigation on the Effect of Humidity on the Mechanical Properties of Composite Materials Based on Polymethyl Methacrylate Polymer Optical Fibers (POFs). *Fibers Polym.*, 23, 2897–2906. <https://doi.org/10.1007/s12221-022-4164-6>.
44. Bieler, D., Kollig, E., Weber, W., Hackenberg, L., Pavlu, F., Franke, A., Friemert, B., & Achatz, G. (2024). Mikrobiologische Herausforderungen bei der Versorgung von Kriegsverletzungen [Microbiological challenges in the treatment of war injuries]. *Unfallchirurgie (Heidelberg, Germany)*, 127(7), 509–514. <https://doi.org/10.1007/s00113-024-01444-y>
45. Bistolfi, A., Ferracini, R., Albanese, C., Vernè, E., & Miola, M. (2019). PMMA-Based Bone Cements and the Problem of Joint Arthroplasty Infections: Status and New Perspectives. *Materials (Basel, Switzerland)*, 12(23), 4002. <https://doi.org/10.3390/ma12234002>
46. Bor, N., Dujovny, E., Rinat, B., Rozen, N., & Rubin, G. (2022). Treatment of chronic osteomyelitis with antibiotic-impregnated polymethyl methacrylate (PMMA) - the Cierny approach: is the second stage necessary?. *BMC musculoskeletal disorders*, 23(1), 38. <https://doi.org/10.1186/s12891-021-04979-y>
47. Boschetto, F., Honma, T., Adachi, T., Kanamura, N., Zhu, W., Yamamoto, T., Marin, E., & Pezzotti, G. (2023). Development and evaluation of osteogenic PMMA bone cement composite incorporating curcumin for bone repairing.

- Materials Today Chemistry*, 27(23), 101307.
<https://doi.org/10.1016/j.mtchem.2022.101307>.
48. Bumbasirevic, M., Stevanovic, M., Bumbasirevic, V., Lesic, A., & Atkinson, H. D. (2014). Free vascularised fibular grafts in orthopaedics. *International orthopaedics*, 38(6), 1277–1282. <https://doi.org/10.1007/s00264-014-2281-6>
49. Burianov, O., Kvasha, V., Sobolevskiy, Y., Yarmoliuk, Y., Klapchuk, Y., Los, D., Kuprii, V. O., & Kolov, G. B. (2024). Methodological principles of diagnosis verification and treatment tactics determination in combat limb injuries with bone defects. *Orthop Traumatol Prosthet*, 4, 5–13. doi:10.15674/0030-5987202345-13.
50. Burns, C. D. (2022). Anemia and red blood cell transfusion in the adult non-bleeding patient. *Ann Blood*, 7, 2. DOI: 10.21037/aob-21-51.
51. Centers for Disease Control and Prevention. (2025). *Surgical Site Infection (SSI) Events*. National Healthcare Safety Network (NHSN). <https://www.cdc.gov/nhsn/psc/ssi/index.html>
52. Chaddock, E. (1925). *Principles and Statistics*. New York: Houghton Mifflin.
53. Chen, H., Cohen, P., & Chen, S. (2010). How big is a big odds ratio? Interpreting the magnitudes of odds ratios in epidemiological studies. *Communications in Statistics: Simulation and Computation*, 39(4), 860–864.
54. Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed). Hillsdale (NJ): Lawrence Erlbaum Associates; 567.
55. Coombs, J., Billow, D., Cereijo, C., Patterson, B., & Pinney, S. (2022). Current Concept Review: Risk Factors for Infection Following Open Fractures. *Orthopedic research and reviews*, 14, 383–391. <https://doi.org/10.2147/ORR.S384845>
56. Cui, X., Huang, C., Zhang, M., Ruan, C., Peng, S., Li, L., Liu, W., Wang, T., Li, B., Huang, W., Rahaman, M. N., Lu, W. W., & Pan, H. (2017). Enhanced osteointegration of poly(methylmethacrylate) bone cements by incorporating strontium-containing borate bioactive glass. *Journal of the Royal Society, Interface*, 14(131), 20161057. <https://doi.org/10.1098/rsif.2016.1057>

57. De Mori, A., Di Gregorio, E., Kao, A. P., Tozzi, G., Barbu, E., Sanghani-Kerai, A., Draheim, R. R., & Roldo, M. (2019). Antibacterial PMMA Composite Cements with Tunable Thermal and Mechanical Properties. *ACS omega*, *4*(22), 19664–19675. <https://doi.org/10.1021/acsomega.9b02290>
58. De Pace, R., Molinari, S., Mazzoni, E., & Perale, G. (2025). Bone Regeneration: A Review of Current Treatment Strategies. *Journal of clinical medicine*, *14*(6), 1838. <https://doi.org/10.3390/jcm14061838>
59. De Prisco, M., Manente, R., Santella, B., Serrettiello, E., Dell'Annunziata, F., Santoro, E., Bernardi, F. F., D'Amore, C., Perrella, A., Pagliano, P., Boccia, G., Franci, G., & Folliero, V. (2024). Impact of ESKAPE Pathogens on Bacteremia: A Three-Year Surveillance Study at a Major Hospital in Southern Italy. *Antibiotics (Basel, Switzerland)*, *13*(9), 901. <https://doi.org/10.3390/antibiotics13090901>
60. De Witte, T. M., Wagner, A. M., Fratila-Apachitei, L. E., Zadpoor, A. A., & Peppas, N. A. (2020). Degradable Poly(Methyl Methacrylate)-co-Methacrylic Acid Nanoparticles for Controlled Delivery of Growth Factors for Bone Regeneration. *Tissue engineering. Part A*, *26*(23-24), 1226–1242. <https://doi.org/10.1089/ten.tea.2020.0010>
61. Duarte, G. C., Catanocce, A. P., Zabeu, J. L., Ribeiro, G. N., Moschen, M., de Oliveira, N. A. G., Langhi, D. M., Marques Júnior, J. F. C., & Mendrone-Junior, A. (2021). Association of preoperative anemia and increased risk of blood transfusion and length of hospital stay in adults undergoing hip and knee arthroplasty: An observational study in a single tertiary center. *Health science reports*, *4*(4), e448. <https://doi.org/10.1002/hsr2.448>
62. Endeshaw, A. S., Kumie, F. T., Debas, S. A., & Sileshi, B. (2025). Perioperative outcomes among older surgical patients with multimorbidity: a longitudinal study from Ethiopia. *BMC public health*, *25*(1), 2641. <https://doi.org/10.1186/s12889-025-24034-y>
63. Filip, N., Radu, I., Veliceasa, B., Filip, C., Pertea, M., Clim, A., Pinzariu, A. C., Drochioi, I. C., Hilitanu, R. L., & Serban, I. L. (2022). Biomaterials in Orthopedic

- Devices: Current Issues and Future Perspectives. *Coatings*, 12(10), 1544. <https://doi.org/10.3390/coatings12101544>
64. Fletcher, C. (2023). Management of gunshot fractures to the extremities – A narrative review. *Journal of Orthopaedic Reports*, 2(3), 100178. <https://doi.org/10.1016/j.jorep.2023.100178>
65. Forte, M. A., Silva, R. M., Tavares, C. J., & Silva, R. F. E. (2021). Is Poly(methyl methacrylate) (PMMA) a Suitable Substrate for ALD?: A Review. *Polymers*, 13(8), 1346. <https://doi.org/10.3390/polym13081346>
66. Garabano, G., Juri, A., Perez Alamino, L., Rodriguez, J., & Pesciallo, C. A. (2025). Outcomes of Masquelet technique combined with gentamicin-cement-coated rigid nails in the treatment of infected bone defects: A retrospective review. *Journal of clinical orthopaedics and trauma*, 71, 103242. <https://doi.org/10.1016/j.jcot.2025.103242>
67. García-Tercero, E., Belenguer-Varea, Á., Villalon-Ruibio, D., López Gómez, J., Trigo-Suarez, R., Cunha-Pérez, C., Borda, M. G., & Tarazona-Santabalbina, F. J. (2024). Respiratory Complications Are the Main Predictors of 1-Year Mortality in Patients with Hip Fractures: The Results from the Alzira Retrospective Cohort Study. *Geriatrics (Basel, Switzerland)*, 9(2), 47. <https://doi.org/10.3390/geriatrics9020047>
68. Giannitsioti, E., Salles, M. J., Mavrogenis, A., Rodriguez-Pardo, D., Los-Arcos, I., Ribera, A., Ariza, J., Del Toro, M. D., Nguyen, S., Senneville, E., Bonnet, E., Chan, M., Pasticci, M. B., Petersdorf, S., Benito, N., O'Connell, N., Blanco García, A., Skaliczki, G., Tattevin, P., Kocak Tufan, Z., Pantazis, N., Megaloikonomos, P. D., Papagelopoulos, P., Soriano, A., Papadopoulos, A., & the Esgiai Collaborators Study Group (2022). Osteosynthesis-associated infection of the lower limbs by multidrug-resistant and extensively drug-resistant Gram-negative bacteria: a multicentre cohort study. *Journal of bone and joint infection*, 7(6), 279–288. <https://doi.org/10.5194/jbji-7-279-2022>
69. Gong, Y., Zhang, B., & Yan, L. (2022) Preliminary Review of Modified Polymethyl Methacrylate and Calcium-Based Bone Cement for Improving

- Properties in Osteoporotic Vertebral Compression Fractures. *Front. Mater*, 9: 912713. doi: 10.3389/fmats.2022.912713.
70. Guinn, N. R., Fuller, M., Murray, S., Aronson, S., & Duke Perioperative Enhancement Team (POET) (2022). Treatment through a preoperative anemia clinic is associated with a reduction in perioperative red blood cell transfusion in patients undergoing orthopedic and gynecologic surgery. *Transfusion*, 62(4), 809–816. <https://doi.org/10.1111/trf.16847>
71. Gustilo, R. B., & Anderson, J. T. (1976). Prevention of infection in the treatment of one thousand and twenty-five open fractures of long bones: retrospective and prospective analyses. *The Journal of bone and joint surgery. American volume*, 58(4), 453–458.
72. Gustilo, R. B., Mendoza, R. M., & Williams, D. N. (1984). Problems in the management of type III (severe) open fractures: a new classification of type III open fractures. *The Journal of trauma*, 24(8), 742–746. <https://doi.org/10.1097/00005373-198408000-00009>
73. Hendrix, J. M., & Garmon, E. H. (2025). American Society of Anesthesiologists Physical Status Classification System. In *StatPearls*. StatPearls Publishing.
74. Holubnycha, V. M., & Kholodylo, O. V. (2025). War impact on antimicrobial resistance and bacteriological profile of wound infections in Ukraine. *Communications medicine*, 5(1), 394. <https://doi.org/10.1038/s43856-025-01056-6>
75. Hosmer, D. W., & Lemeshow, S. (2000). *Applied Logistic Regression*. 2nd ed. Wiley.
76. Ibrahim, S. (2025). Perioperative Patient Blood Management in Orthopaedics and Traumatology. *Malaysian orthopaedic journal*, 19(1), 1–2. <https://doi.org/10.5704/MOJ.2503.001>
77. Konstantinou, P., Kostretzis, L., Ditsiou, A. Z., Samaras, I., Papadopoulos, P., & Ditsios, K. (2024). Outcomes of Free Vascularized Fibular Grafts in Treating Massive Forearm Skeletal Defects. *Journal of Personalized Medicine*, 14(9), 973. <https://doi.org/10.3390/jpm14090973>

- 78.Kook, I., You, J., Kim, D. H., Park, K. C., & Hwang, K. T. (2024). A retrospective cohort study of autogenous iliac strut bone grafting in large bone defects of the lower extremity. *Sci Rep*, 14, 6059. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-56726-7> (
- 79.Latif, F. A., Zailani, N. A. M., Al Shukaili, Z. S. M., Zamri, S. F. M., Kasim, N. A. M., Rani, M. S. A., Norrrahim, M. N. F. (2022). Review of Poly (Methyl Methacrylate) Based Polymer Electrolytes in Solid-State Supercapacitors. *Int. J. Electrochem. Sci.*, 17, 22013. <https://doi.org/10.20964/2022.01.44>.
- 80.Li C., Sun J., Shi K., Jing Long, J., Li, L., Lai, Y., & Qin, L. (2020). Preparation and evaluation of osteogenic nano-MgO/PMMA bone cement for bone healing in a rat critical size calvarial defect. *Journal of Materials Chemistry B*, 8(21), 4575–4586. doi:10.1039/d0tb00074d.
- 81.Li, C., Hao, W., Wu, C., Li, W., Tao, J., Ai, F., Xin, H., & Wang, X. (2020). Injectable and bioactive bone cement with moderate setting time and temperature using borosilicate bio-glass-incorporated magnesium phosphate. *Biomedical materials (Bristol, England)*, 15(4), 045015. <https://doi.org/10.1088/1748-605X/ab633f>
- 82.Li, G., Walco, J. P., Mueller, D. A., Wanderer, J. P., & Freundlich, R. E. (2021). Reliability of the ASA Physical Status Classification System in Predicting Surgical Morbidity: a Retrospective Analysis. *Journal of medical systems*, 45(9), 83. <https://doi.org/10.1007/s10916-021-01758-z>
- 83.Liu, D., Cui, C., Chen, W., Shi, J., Li, B., & Chen, S. (2023). Biodegradable Cements for Bone Regeneration. *Journal of functional biomaterials*, 14(3), 134. <https://doi.org/10.3390/jfb14030134>
- 84.Ljungquist, O., Nazarchuk, O., Kahlmeter, G., Andrews, V., Koithan, T., Wasserstrom, L., Dmytriiev, D., Fomina, N., Bebyk, V., Matuschek, E., & Riesbeck, K. (2023). Highly multidrug-resistant Gram-negative bacterial infections in war victims in Ukraine, 2022. *The Lancet. Infectious diseases*, 23(7), 784–786. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(23\)00291-8](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(23)00291-8)

85. Lourtet-Hascoët, J., Bonnet, E., Spera, A. M., Ascione, T., Chan, M., Esposito, S., Pagliano, P., Scobie, A., Ünal, S., Giordano, G., & Saeed, K. (2025). Fracture-Related Infections: Current Status and Perspectives from the International Society of Antimicrobial Chemotherapy. *Antibiotics*, *14*(11), 1095. <https://doi.org/10.3390/antibiotics14111095>
86. Lurin, I. (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/>
87. Marrara, G., Zampogna, B., Schick, V. D., Larizza, L., Rizzo, P., Sanzarello, I., Nanni, M., & Leonetti, D. (2025). Post-Traumatic Segmental Tibial Defects Management: A Systematic Review of the Literature. *Applied Sciences*, *15*(1), 64. <https://doi.org/10.3390/app15010064>
88. Masquelet, A. C., & Giannoudis, P. V. (2021). The induced membrane technique for treatment of bone defects: What have I learned?. *Trauma case reports*, *36*, 100556. <https://doi.org/10.1016/j.tcr.2021.100556>
89. Massari, L., Benazzo, F., Falez, F., Cadossi, R., Perugia, D., Pietrogrande, L., Aloj, D. C., Capone, A., D'Arienzo, M., Cadossi, M., Lorusso, V., Caruso, G., Ghiara, M., Ciolli, L., La Cava, F., Guidi, M., Castoldi, F., Marongiu, G., La Gattuta, A., Dell'Omo, D., ... Setti, S. (2018). Can Clinical and Surgical Parameters Be Combined to Predict How Long It Will Take a Tibia Fracture to Heal? A Prospective Multicentre Observational Study: The FRACTING Study. *BioMed research international*, *2018*, 1809091. <https://doi.org/10.1155/2018/1809091>
90. Melnyk, O., Vorobets, D., Chaplyk, V., Vorobets, M., Fafula, R., Besedina, A., & Vorobets, Z. (2025). Profile of antibiotic resistance of the main infectious contaminants on the wound surface of wounded men in the Russian-Ukrainian war. *Wiadomosci lekarskie (Warsaw, Poland : 1960)*, *78*(2), 295–302. <https://doi.org/10.36740/WLek/197142>

91. Mills, H., Donnelly, L., & Platt, S. (2024). Locally Delivered Antibiotics in Fracture-Related Infection. *Cureus*, *16*(11), e73210. <https://doi.org/10.7759/cureus.73210>
92. Mohamed, A., Francis, D., Fuad, U., Elmaleh, N., & Nagi, A. (2025). Nonunion in Long Bone Fractures: A Comprehensive Review of Current Treatment Strategies. *Cureus*, *17*(11), e97599. <https://doi.org/10.7759/cureus.97599>
93. Müller, M. E., Nazarian, S., Koch, P., & Schatzker, J. (1990). *The comprehensive classification of fractures of long bones*. Springer-Verlag.
94. Neer, C. S. 2nd. (1970). Displaced proximal humeral fractures. I. Classification and evaluation. *J Bone Joint Surg Am*, *52*(6), 1077–1089.
95. Ninarello, D., Ballardini, A., Morozzi, G., & La Barbera, L. (2024). A comprehensive systematic review of marketed bone grafts for load-bearing critical-sized bone defects. *Journal of the mechanical behavior of biomedical materials*, *160*, 106782. <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2024.106782>
96. Pallett, S. J. C., Trompeter, A., Basarab, M., Moore, L. S. P., & Boyd, S. E. (2023). Multidrug-resistant infections in war victims in Ukraine. *The Lancet. Infectious diseases*, *23*(8), e270–e271. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(23\)00391-2](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(23)00391-2)
97. Paz, E., Ballesteros, Y., Abenojar, J., Del Real, J. C., & Dunne, N. J. (2019). Graphene Oxide and Graphene Reinforced PMMA Bone Cements: Evaluation of Thermal Properties and Biocompatibility. *Materials (Basel, Switzerland)*, *12*(19), 3146. <https://doi.org/10.3390/ma12193146>
98. Phakatkar, A. H., Shirdar, M. R., Qi, M. L., Taheri, M. M., Narayanan, S., Foroozan, T., Sharifi-Asl, S., Huang, Z., Agrawal, M., Lu, Y. P., Shahbazian-Yassar, R., & Shokuhfar, T. (2020). Novel PMMA bone cement nanocomposites containing magnesium phosphate nanosheets and hydroxyapatite nanofibers. *Materials science & engineering. C, Materials for biological applications*, *109*, 110497. <https://doi.org/10.1016/j.msec.2019.110497>
99. Piñeiro-Fernández, J. C., Rabuñal-Rey, R., Romay-Lema, E., Rubal-Bran, D., Pedrosa-Fraga, C., Santos-Martínez, A. M., Besteiro-Balado, Y., Suárez-Gil, R.,

- & Pértega-Díaz, S. (2025). Comorbidity burden, management, and in-hospital outcomes in centenarians with proximal hip fracture: a nationwide cohort study (2004-2020). *Archives of osteoporosis*, 20(1), 88. <https://doi.org/10.1007/s11657-025-01576-7>
100. Pipitò, L., Rubino, R., D'Agati, G., Bono, E., Mazzola, C. V., Urso, S., Zinna, G., Distefano, S. A., Firenze, A., Bonura, C., Giammanco, G. M., & Cascio, A. (2025). Antimicrobial Resistance in ESKAPE Pathogens: A Retrospective Epidemiological Study at the University Hospital of Palermo, Italy. *Antibiotics (Basel, Switzerland)*, 14(2), 186. <https://doi.org/10.3390/antibiotics14020186>
101. Rahmani, A., Weichelt, U., Jahn, D., Otto, E., Kienzle, A., Angelov, S., Hubertus, V., Shue, J., Hughes, A. P., Duda, G. N., Tsitsilonis, S., Pumberger, M., & Köhli, P. (2026). Beyond the initial impact: a systematic review of post-traumatic bone loss and its mechanisms. *Osteoporosis international : a journal established as result of cooperation between the European Foundation for Osteoporosis and the National Osteoporosis Foundation of the USA*, 37(1), 15–39. <https://doi.org/10.1007/s00198-025-07716-6>
102. Ramanathan, S., Lin, Y. C., Thirumurugan, S., Hu, C. C., Duann, Y. F., & Chung, R. J. (2024). Poly(methyl methacrylate) in Orthopedics: Strategies, Challenges, and Prospects in Bone Tissue Engineering. *Polymers*, 16(3), 367. <https://doi.org/10.3390/polym16030367>
103. Richter, R. F., Vater, C., Korn, M., Ahlfeld, T., Rauner, M., Pradel, W., Stadlinger, B., Gelinsky, M., Lode, A., & Korn, P. (2023). Treatment of critical bone defects using calcium phosphate cement and mesoporous bioactive glass providing spatiotemporal drug delivery. *Bioactive materials*, 28, 402–419. <https://doi.org/10.1016/j.bioactmat.2023.06.001>
104. Sabouri, Z., Dequeecker, M., Anees, H., Adib, F. R., Jamous, R., Zheng, J., Lyu, X., Stoetzel, S., Heiss, C., El Khassawna, T., & Jahed, V. (2025). Recent advances in biomaterials for bone regeneration: Bridging innovation and clinical translation. *Materials today. Bio*, 36, 102685. <https://doi.org/10.1016/j.mtbio.2025.102685>

105. Saruta, J., Ozawa, R., Hamajima, K., Saita, M., Sato, N., Ishijima, M., Kitajima, H., & Ogawa, T. (2021). Prolonged Post-Polymerization Biocompatibility of Polymethylmethacrylate-Tri-n-Butylborane (PMMA-TBB) Bone Cement. *Materials (Basel, Switzerland)*, *14*(5), 1289. <https://doi.org/10.3390/ma14051289>
106. Sathe, N., Beech, P., Croft, L., Suphioglu, C., Kapat, A., & Athan, E. (2023). *Pseudomonas aeruginosa*: Infections and novel approaches to treatment "Knowing the enemy" the threat of *Pseudomonas aeruginosa* and exploring novel approaches to treatment. *Infectious medicine*, *2*(3), 178–194. <https://doi.org/10.1016/j.imj.2023.05.003>
107. Sato, T., Takegami, Y., Sugino, T., Bando, K., Fujita, T., & Imagama, S. (2021). Smoking and trimalleolar fractures are risk factors for infection after open reduction and internal fixation of closed ankle fractures: A multicenter retrospective study of 1,201 fractures. *Injury*, *52*(7), 1959–1963. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2021.04.017>
108. Schaeffer, C. V., Stranix, J. T. (2022). Tackling bone loss of the lower extremity: vascularized bone grafting. *Plastic and Aesthetic Research*, *9*(1), 27. DOI:10.20517/2347-9264.2021.122
109. Schmerler, J., Harris, A. B., Hegde, V., Oni, J. K., & Khanuja, H. S. (2024). Over the Past Decade, Preoperative Anemia Has Become a Greater Predictor of Transfusions After Total Knee Arthroplasty. *The Journal of arthroplasty*, *39*(11), 2714–2719. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2024.04.078>
110. Schmerler, J., Olson, J. T., Prasad, N., & LaPorte, D. (2025). Preoperative Anemia Is Associated With Worse Postoperative Outcomes After Open Reduction Internal Fixation of Distal Radius Fractures. *Hand (New York, N.Y.)*, *20*(2), 269–276. <https://doi.org/10.1177/15589447231205615>
111. Shen, H., Zhi, Y., Zhu, F., Si, J., Shi, J., & Shen, S. G. (2021). Experimental and clinical evaluation of BMP2-CPC graft versus deproteinized bovine bone graft for guided bone regeneration: A pilot study. *Dental materials journal*, *40*(1), 191–201. <https://doi.org/10.4012/dmj.2019-437>

112. Shen, J., Wei, Z., Wang, S., Wang, X., Lin, W., Liu, L., & Wang, G. (2023). Treatment of infected bone defects with the induced membrane technique. *Bone & joint research*, 12(9), 546–558. <https://doi.org/10.1302/2046-3758.129.BJR-2022-0439.R2>
113. Singhatanadgit, W., Sungkhaphan, P., Thavornytikarn, B., Kitpakornsanti, S., Young, A., & Janvikul, W. (2024). In Vitro Osteo-Immunological Responses of Bioactive Calcium Phosphate-Containing Urethane Dimethacrylate-Based Composites: A Potential Alternative to Poly(methyl methacrylate) Bone Cement. *ACS materials Au*, 4(6), 612–627. <https://doi.org/10.1021/acsmaterialsau.4c00037>
114. Smolle, M. A., Leitner, L., Böhler, N., Seibert, F. J., Glehr, M., & Leithner, A. (2021). Fracture, nonunion and postoperative infection risk in the smoking orthopaedic patient: a systematic review and meta-analysis. *EFORT open reviews*, 6(11), 1006–1019. <https://doi.org/10.1302/2058-5241.6.210058>
115. Soleymani Eil Bakhtiari, S., Bakhsheshi-Rad, H. R., Karbasi, S., Tavakoli, M., Razzaghi, M., Ismail, A. F., RamaKrishna, S., & Berto, F. (2020). Polymethyl Methacrylate-Based Bone Cements Containing Carbon Nanotubes and Graphene Oxide: An Overview of Physical, Mechanical, and Biological Properties. *Polymers*, 12(7), 1469. <https://doi.org/10.3390/polym12071469>
116. Song, M., Sun, J., Lv, K., Li, J., Shi, J., & Xu, Y. (2025). A comprehensive review of pathology and treatment of staphylococcus aureus osteomyelitis. *Clinical and experimental medicine*, 25(1), 131. <https://doi.org/10.1007/s10238-025-01595-1>
117. Steinhausen, E., Lefering, R., Glombitza, M., Brinkmann, N., Vogel, C., Mester, B., & Dudda, M. (2021). Bioactive glass S53P4 vs. autologous bone graft for filling defects in patients with chronic osteomyelitis and infected non-unions - a single center experience. *Journal of bone and joint infection*, 6(4), 73–83. <https://doi.org/10.5194/jbji-6-73-2021>
118. Suveriya, P., & Ojha, A. K. (2020). Assessment of functional outcome of distal intraarticular fracture of femur treated with distal femoral LCP by Neer's

- score. *International Journal of Orthopaedics Sciences*, 6(2), 681–688. <https://doi.org/10.22271/ortho.2020.v6.i2k.2119>
119. Tavakoli, M., Bakhtiari, S. S. E., & Karbasi, S. (2020). Incorporation of chitosan/graphene oxide nanocomposite in to the PMMA bone cement: Physical, mechanical and biological evaluation. *International journal of biological macromolecules*, 149, 783–793. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.01.300>
120. Tetsworth, K. D., Burnand, H. G., Hohmann, E., & Glatt, V. (2021). Classification of Bone Defects: An Extension of the Orthopaedic Trauma Association Open Fracture Classification. *Journal of orthopaedic trauma*, 35(2), 71–76. <https://doi.org/10.1097/BOT.0000000000001896>
121. Tran, D. N. A., Nguyen, B. T. T., Nguyen, T. T., Chen, Y. P., & Kuo, Y. J. (2024). Adverse effect of smoking on surgical site infection following ankle and calcaneal fracture fixation: a meta-analysis. *EFORT open reviews*, 9(8), 817–826. <https://doi.org/10.1530/EOR-23-0139>
122. Vicenti, G., Buono, C., Albano, F., Ladogana, T., Pesare, E., Colasuonno, G., Passarelli, A. C., & Solarino, G. (2024). Early Management for Fracture-Related Infection: A Literature Review. *Healthcare (Basel, Switzerland)*, 12(13), 1306. <https://doi.org/10.3390/healthcare12131306>
123. Wakefield, S. M., Papakostidis, C., Giannoudis, V. P., Mandía-Martínez, A., & Giannoudis, P. V. (2024). Distraction osteogenesis versus induced membrane technique for infected tibial non-unions with segmental bone loss: a systematic review of the literature and meta-analysis of available studies. *European journal of trauma and emergency surgery : official publication of the European Trauma Society*, 50(3), 705–721. <https://doi.org/10.1007/s00068-023-02375-w>
124. Wang, C., Yu, B., Fan, Y., Ormsby, R. W., McCarthy, H. O., Dunne, N., & Li, X. (2019). Incorporation of multi-walled carbon nanotubes to PMMA bone cement improves cytocompatibility and osseointegration. *Materials science & engineering. C, Materials for biological applications*, 103, 109823. <https://doi.org/10.1016/j.msec.2019.109823>

125. Wang, M., Zhang, L., Fu, Z., Wang, H., & Wu, Y. (2021). Selections of Bone Cement Viscosity and Volume in Percutaneous Vertebroplasty: A Retrospective Cohort Study. *World neurosurgery*, *150*, e218–e227. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2021.02.133>
126. Wang, Q., Dong, J. F., Fang, X., & Chen, Y. (2022). Application and modification of bone cement in vertebroplasty: A literature review. *Joint diseases and related surgery*, *33*(2), 467–478. <https://doi.org/10.52312/jdrs.2022.628>
127. Wang, W., & Yeung, K. W. K. (2017). Bone grafts and biomaterials substitutes for bone defect repair: A review. *Bioactive materials*, *2*(4), 224–247. <https://doi.org/10.1016/j.bioactmat.2017.05.007>
128. Wang, Y., Shen, S., Hu, T., Williams, G. R., Bian, Y., Feng, B., Liang, R., & Weng, X. (2021). Layered Double Hydroxide Modified Bone Cement Promoting Osseointegration via Multiple Osteogenic Signal Pathways. *ACS nano*, *15*(6), 9732–9745. <https://doi.org/10.1021/acsnano.1c00461>
129. Wei, S., Ma, J. X., Xu, L., Gu, X. S., & Ma, X. L. (2020). Biodegradable materials for bone defect repair. *Military Medical Research*, *7*(1), 54. <https://doi.org/10.1186/s40779-020-00280-6>
130. Wong, S. K., Wong, Y. H., Chin, K. Y., & Ima-Nirwana, S. (2021). A Review on the Enhancement of Calcium Phosphate Cement with Biological Materials in Bone Defect Healing. *Polymers*, *13*(18), 3075. <https://doi.org/10.3390/polym13183075>
131. Wu, H., Sun, D., Wang, S., Jia, C., Shen, J., Wang, X., Hou, C., Xie, Z., & Luo, F. (2023). Incidence and risk factors of recurrence in limb osteomyelitis patients after antibiotic-loaded cement spacer for definitive bone defect treatment. *Bone & joint research*, *12*(8), 467–475. <https://doi.org/10.1302/2046-3758.128.BJR-2022-0413.R2>
132. Xia, Y., Wang, H., Li, Y., & Fu, C. (2022) Engineered bone cement trigger bone defect regeneration. *Front. Mater*, *9*, 929618. doi: 10.3389/fmats.2022.929618.

133. Xu, B., Anderson, D. B., Park, E. S., Chen, L., & Lee, J. H. (2021). The influence of smoking and alcohol on bone healing: Systematic review and meta-analysis of non-pathological fractures. *EClinicalMedicine*, *42*, 101179. <https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2021.101179>
134. Zapata, M. E. V., Ruiz Rojas, L. M., Mina Hernández, J. H., Delgado-Ospina, J., & Tovar, C. D. G. (2020). Acrylic Bone Cements Modified with Graphene Oxide: Mechanical, Physical, and Antibacterial Properties. *Polymers*, *12*(8), 1773. <https://doi.org/10.3390/polym12081773>
135. Zhang, F. Q., Yang, Y. Z., Li, P. F., Ma, G. R., Zhang, A. R., Zhang, H., & Guo, H. Z. (2024). Impact of preoperative anemia on patients undergoing total joint replacement of lower extremity: a systematic review and meta-analysis. *Journal of orthopaedic surgery and research*, *19*(1), 249. <https://doi.org/10.1186/s13018-024-04706-y>
136. Zhang, X., Kang, T., Liang, P., Tang, Y., & Quan, C. (2018). Biological Activity of an Injectable Biphasic Calcium Phosphate/PMMA Bone Cement for Induced Osteogenesis in Rabbit Model. *Macromolecular bioscience*, *18*(3), 10.1002/mabi.201700331. <https://doi.org/10.1002/mabi.201700331>
137. Zhou, X., Niu, X., Mao, Q., & Liu, Y. (2020). Clinical Significance of Various Classification Standards of Age Groups in Predicting Survival of Patients with Glioblastoma. *Medical science monitor : international medical journal of experimental and clinical research*, *26*, e920627. <https://doi.org/10.12659/MSM.920627>
138. Zhu, J., Zhang, K., Luo, K., Qiu, Z., Yang, S., Cui, F., Weng, X., & Jiang, G. (2019). Mineralized Collagen Modified Polymethyl Methacrylate Bone Cement for Osteoporotic Compression Vertebral Fracture at 1-Year Follow-up. *Spine*, *44*(12), 827–838. <https://doi.org/10.1097/BRS.0000000000002971>

ДОДАТОК А

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Список наукових праць, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

1. Фіщенко, В. О., & Литвинюк, О. М. (2025). Клінічна ефективність використання ПММА-цементу в лікуванні вогнепальних переломів з дефектами кісткової тканини. *Клінічна та експериментальна патологія*, 24(3), 30–38. <https://doi.org/10.24061/1727-4338.XXIV.3.93.2025.05> (*Фахове видання України*).

Фіщенко В. О. – визначив концепцію дослідження, здійснював наукове керівництво, консультаційний супровід та редагування тексту роботи.

2. Фіщенко, В. О., & Литвинюк, О. М. (2025). Мікробіологічні предиктори клінічної ефективності остеопластики вогнепальних переломів із використанням поліметилметакрилатного кісткового цементу. *Art of Medicine*, 36(4), 58–64. <https://doi.org/10.21802/artm.2025.4.36.58> (*Фахове видання України*).

Фіщенко В. О. – визначив напрям роботи, проводив наукове редагування тексту та загальне керівництво дослідженням.

3. Фіщенко, В. О., & Литвинюк, О. М. (2025). Мікробіологічні фактори прогнозу клінічного результату аутоспонгіозної остеопластики вогнепальних переломів з дефектами кісткової тканини. *ScienceRise: Medical Science*, 64(3), 40–45. <https://doi.org/10.15587/2519-4798.2025.348416> (*Фахове видання України*).

Фіщенко В. О. – сформував наукову концепцію дослідження, здійснював загальне керівництво, методологічне консультування та редагування тексту роботи.

4. Фіщенко, В. О., & Литвинюк, О. М. (2025). Особливості аутоспонгіозної остеопластики при вогнепальних переломах з дефектами кісткової тканини. *Вісник проблем біології і медицини*, 177(2), 277–288. <https://doi.org/10.29254/2077-4214-2025-2-177-277-288>.
(Фахове видання України).

Фіщенко В. О. – приймав участь в перевірці тексту публікації, редагуванні та адмініструванні дослідження.

Список наукових праць, які додатково відображають наукові результати дисертації:

5. Фіщенко, В. О., Литвинюк, О. М. & Фіщенко О. В. (2025). Особливості використання цементу на основі поліметилметакрилату в системі лікування вогнепальних переломів з дефектами кісткової тканини. *Український медичний часопис*, 170(4), 53–59. <https://doi.org/10.32471/umj.1680-3051.265215>. *(Огляд літератури).*

Фіщенко В. О. – здійснював загальне наукове керівництво дослідженням, брав участь у формуванні концепції та дизайну роботи.

Фіщенко О. В. – забезпечував методологічний супровід і редагування рукопису.

Список наукових праць, які засвідчують апробацію дисертації:

6. Литвинюк, О. (2025). Клінічні результати аутологічної кісткової трансплантації при вогнепальних переломах з дефектами кісткової тканини. *Матеріали XXIX Конгресу студентів та молодих учених «Майбутнє за наукою»* (9-11 квітня, Тернопіль), Тернопільський національний медичний університет, 420–421. *(Тези).*
7. Литвинюк, О. (2025). Характеристика факторів ризику, пов'язаних з аутоспонгіозною остеопластикою дефектів кісткової тканини при вогнепальних переломах трубчастих кісток. *Матеріали XXIX Конгресу студентів та молодих учених «Майбутнє за наукою»* (9-11 квітня,

Тернопіль), Тернопільський національний медичний університет, 421. *(Тези)*.

8. **Литвинюк, О. М.** (2025). Прогнозування клінічних результатів аутоспонгіозної остеопластики при вогнепальних переломах, враховуючи тип кісткового дефекту за класифікацією Tetsworth. *Матеріали XXII Студентської наукової конференції з міжнародною участю «Перший крок в науку-2025»* (17-18 квітня 2025 р., Вінниця). Вінницький національний медичний університет ім. М. І. Пирогова, 648. *(Тези)*.
9. **Литвинюк, О. М.** (2025). Характеристика клінічних результатів аутологічної кісткової трансплантації при бойових травмах кінцівок з урахуванням типу кісткового дефекту. *Матеріали XXII Студентської наукової конференції з міжнародною участю «Перший крок в науку-2025»* (17-18 квітня 2025 р., Вінниця). Вінницький національний медичний університет ім. М. І. Пирогова, 649. *(Тези)*.

ВІДОМОСТІ ПРО АПРОБАЦІЮ РЕЗУЛЬТАТІВ ДИСЕРТАЦІЇ

1. XXIX Конгрес студентів та молодих учених «Майбутнє за наукою» (9-11 квітня, Тернопіль) – публікація;
2. XXII Студентська наукова конференція з міжнародною участю «Перший крок в науку-2025» (17-18 квітня 2025 р., Вінниця) – публікація;
3. Наукова конференція молодих вчених, присвячена Дню Науки (19 травня 2025 р., Вінниця);
4. Конгрес Травми Ukraine 2025 (16-17 жовтня 2025 р., Київ) – стендова доповідь.

ДОДАТОК Б ДОДАТОК Б-1

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор

Комунального некомерційного підприємства
«Вінницька міська клінічна лікарня швидкої
медичної допомоги»

проф. Олександр ФОМІН

« 09 » 01 2024р.

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

1. Пропозиція для впровадження: Спосіб прогнозування клінічного результату аутоспонгіозної остеопластики вогнепальних переломів з дефектами кісткової тканини, враховуючи мікробіологічні фактори бойової рани.

2. Установа-розробник: ДВНЗ «Вінницький національний медичний університет ім. М. І. Пирогова, МОЗ України», кафедра травматології та ортопедії, м. Вінниця, вул. Пирогова, 56, 21018, Україна.

Розроблювач: Литвинюк Олександр Миколайович.

Джерело інформації: стаття.

Фіщенко, В. О., & Литвинюк, О. М. (2025). Мікробіологічні фактори прогнозу клінічного результату аутоспонгіозної остеопластики вогнепальних переломів з дефектами кісткової тканини. *ScienceRise: Medical Science*, 64(3), 40–45.

Базова установа, яка проводить впровадження: Комунальне некомерційне підприємство «Вінницька міська клінічна лікарня швидкої медичної допомоги», травматологічне відділення.

3. Результати застосування пропозиції за період з 23.09 2025 по 30.12 2025 р.

4. Матеріали використовуються в практичній діяльності травматологічного відділення.

5. Ефективність впровадження за критеріями, висловленими в джерелі інформації: Використання результатів наукового дослідження у практичній діяльності лікарів ортопедів-травматологів дозволяє покращити клінічні результати застосування аутоспонгіозної остеопластики у пацієнтів з вогнепальними переломами з дефектами кісткової тканини, враховуючи дані мікробіологічного дослідження ранового вмісту.

6. Зауваження, пропозиції: не вносилися.

Відповідальний за впровадження:

Завідувач травматологічного відділення
Комунального некомерційного підприємства
«Вінницька міська клінічна лікарня
швидкої медичної допомоги»

Сергій ПСЮК

ДОДАТОК Б-2

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор

Комунального некомерційного підприємства
«Вінницька міська клінічна лікарня швидкої
медичної допомоги»

проф. Олександр ФОМІН

« 09 » _____ 2016р.

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

1. Пропозиція для впровадження: Спосіб застосування аутоспонгіозної остеопластики у поранених з вогнепальними переломами з дефектами кісткової тканини.

2. Установа-розробник: ДВНЗ «Вінницький національний медичний університет ім. М. І. Пирогова, МОЗ України», кафедра травматології та ортопедії, м. Вінниця, вул. Пирогова, 56, 21018, Україна.

Розроблювач: Литвинюк Олександр Миколайович.

Джерело інформації: стаття.

Фіщенко, В. О., & Литвинюк, О. М. (2025). Особливості аутоспонгіозної остеопластики при вогнепальних переломах з дефектами кісткової тканини. *Вісник проблем біології і медицини*, 177(2), 277–288.

Базова установа, яка проводить впровадження: Комунальне некомерційне підприємство «Вінницька міська клінічна лікарня швидкої медичної допомоги», травматологічний пункт.

3. Результати застосування пропозиції за період з 13 09 20 15 по 30 12 20 15 р.

4. Матеріали використовуються в практичній діяльності травматологічного пункту Комунального некомерційного підприємства «Вінницька міська клінічна лікарня швидкої медичної допомоги».

5. Ефективність впровадження за критеріями, висловленими в джерелі інформації: Використання результатів наукової роботи у практичній діяльності лікарів ортопедів-травматологів дозволяє розширити знання щодо особливостей застосування аутоспонгіозної остеопластики при вогнепальних переломах трубчастих кісток з дефектами кісткової тканини, підвищити ефективність лікування та оптимізувати клінічну тактику.

6. Зауваження, пропозиції: не вносилися.

Відповідальний за впровадження:

Завідувач травматологічного пункту
Комунального некомерційного підприємства
«Вінницька міська клінічна лікарня
швидкої медичної допомоги»



Сергій ПІКОВСЬКИЙ

ДОДАТОК Б-3



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Проректор ЗВО

з науково-педагогічної та лікувальної роботи

Вінницького національного медичного

університету ім. М. І. Пирогова

проф. Василь ПОГОРЛИЙ

« 07 » _____ 04 20 26 р.

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

1. Пропозиція для впровадження: Спосіб використання ПММА-цементу в лікуванні вогнепальних переломів з дефектами кісткової тканини.

2. Установа-розробник: ДВНЗ «Вінницький національний медичний університет ім. М. І. Пирогова, МОЗ України», кафедра травматології та ортопедії, м. Вінниця, вул. Пирогова, 56, 21018, Україна.

Розроблювач: Литвинюк Олександр Миколайович.

Джерело інформації: стаття

Фіщенко, В. О., & Литвинюк, О. М. (2025). Клінічна ефективність використання ПММА-цементу в лікуванні вогнепальних переломів з дефектами кісткової тканини. *Клінічна та експериментальна патологія*, 24(3), 30–38.

Базова установа, яка проводить впровадження: Вінницький національний медичний університет ім. М. І. Пирогова, кафедра фізичної та реабілітаційної медицини.

3. Результати застосування пропозиції за період з 15 09 20 25 по 16 12 20 25 р.

4. Матеріали використовуються в навчальному процесі кафедри фізичної та реабілітаційної медицини, під час підготовки студентів на практичних заняттях.

5. Ефективність впровадження за критеріями, висловленими в джерелі інформації: Використання результатів наукового дослідження у навчальному процесі дозволяє розширити знання студентів щодо особливостей використання та клінічної ефективності застосування ПММА-кісткового цементу в лікуванні пацієнтів з вогнепальними переломами з дефектами кісткової тканини.

6. Зауваження, пропозиції: не вносилися.

7. Затверджено на засіданні кафедри від «29» 12 20 25 р. (протокол № 5)

Відповідальний за впровадження:

Завідувач кафедри фізичної та реабілітаційної медицини

Вінницького національного медичного університету ім. М. І. Пирогова, кандидат медичних наук, доцент

Ростислав КРАВЕЦЬ

ДОДАТОК Б-4



АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

1. Пропозиція для впровадження: Спосіб прогнозування віддалених результатів остеопластики дефектів вогнепальних переломів із використанням поліметилметакрилатного кісткового цементу.

2. Установа-розробник: ДВНЗ «Вінницький національний медичний університет ім. М. І. Пирогова, МОЗ України», кафедра травматології та ортопедії, м. Вінниця, вул. Пирогова, 56, 21018, Україна.

Розроблювач: Литвинюк Олександр Миколайович.

Джерело інформації: стаття

Фіщенко, В. О., & Литвинюк, О. М. (2025). Мікробіологічні предиктори клінічної ефективності остеопластики вогнепальних переломів із використанням поліметилметакрилатного кісткового цементу. *Art of Medicine*, 36(4), 58–64.

Базова установа, яка проводить впровадження: Вінницький національний медичний університет ім. М. І. Пирогова, кафедра травматології та ортопедії.

3. Результати застосування пропозиції за період з 08.09 2025 по 12.01 2026 р.

4. Матеріали використовуються в навчальному процесі кафедри травматології та ортопедії, під час підготовки студентів на практичних заняттях.

5. Ефективність впровадження за критеріями, висловленими в джерелі інформації: Використання результатів дослідження у процесі підготовки студентів дозволяє розширити їх знання щодо впливу стану мікробіоценозу бойової рани на віддалені результати остеопластики дефектів вогнепальних переломів трубчастих кісток.

6. Зауваження, пропозиції: не вносилися.

7. Затверджено на засіданні кафедри від «10» 01 2026 р. (протокол №10)

Відповідальний за впровадження:

Завідувач кафедри травматології та ортопедії

Вінницького національного

медичного університету ім. М. І. Пирогова,

доктор медичних наук, професор

Володимир ФІЩЕНКО

ДОДАТОК В

Додаток В-1 Характеристика віддалених результатів аутоспонгіозної остеопластики пацієнтів ретроспективної групи

	Клінічні результати лікування				M±SD (n=58)
	відмінні (n=9)	хороші (n=24)	задовільні (n=17)	незадовільні (n=8)	
Сумарний результат	88,00±2,00	77,92±4,22	63,06±4,92	41,13±9,67	70,05±15,33
Больовий синдром	16,89±1,76	15,83±1,86	12,71±2,54	10,50±2,98	14,34±3,09
немає	2 (22,22 %)	2 (8,33 %)	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	4 (6,90 %)
нетривалий чи метеотропний	7 (77,78 %)	19 (79,17 %)	5 (29,41 %)	1 (12,50 %)	32 (55,17 %)
після навантаження	0 (0,00 %)	3 (12,50 %)	10 (58,82 %)	3 (37,50 %)	16 (27,59 %)
викликаний обмеженням функції кінцівки	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	2 (11,76 %)	4 (50,00 %)	6 (10,34 %)
Функція	17,78±2,11	14,50±1,98	12,00±1,41	8,50±3,34	13,45±3,41
така сама, як до травми	4 (44,44 %)	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	4 (6,90 %)
незначне обмеження	5 (55,56 %)	15 (62,50 %)	1 (5,88 %)	0 (0,00 %)	21 (36,20 %)
обмежена (користування поручнями)	0 (0,00 %)	9 (37,50 %)	15 (88,24 %)	3 (37,50 %)	27 (46,55 %)
виражена обмеженість	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	1 (5,88 %)	3 (37,50 %)	4 (6,90 %)
використання милиць або ортеза	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	2 (25,00 %)	2 (3,45 %)
Рухи в суглобі	18,22±2,11	15,00±2,43	12,24±0,97	6,00±3,02	13,45±4,15
норма або 135°	5 (55,56 %)	2 (8,33 %)	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	7 (12,07 %)
100°	4 (44,44 %)	14 (58,33 %)	1 (5,88 %)	0 (0,00 %)	19 (32,76 %)
80°	0 (0,00 %)	8 (33,33 %)	16 (94,12 %)	0 (0,00 %)	24 (41,38 %)
60°	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	5 (62,50 %)	5 (8,62 %)
40°	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	3 (37,50 %)	3 (5,17 %)

Додаток В-1 (продовження)

	Клінічні результати лікування				M±SD (n=58)
	відмінні (n=9)	хороші (n=24)	задовільні (n=17)	незадовільні (n=8)	
Працездатність	9,11±1,05	7,83±1,31	7,06±1,03	6,00±1,07	7,55±1,45
така сама, як до травми	5 (55,56 %)	4 (16,67 %)	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	9 (15,52 %)
збережена, але наявні деякі труднощі	4 (44,44 %)	14 (58,33 %)	9 (52,94 %)	1 (12,50 %)	28 (48,28 %)
порушена	0 (0,00 %)	6 (25,00 %)	8 (47,06 %)	6 (75,00 %)	20 (34,48 %)
легка праця	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	1 (12,50 %)	1 (1,72 %)
Рентгенологічні дані	12,67±1,32	12,50±1,44	9,00±1,06	4,50±2,27	10,40±3,19
майже норма	2 (22,22 %)	5 (20,83 %)	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	7 (12,07 %)
5° девіації або 0,5 см зміщення	7 (77,78 %)	18 (75,00 %)	1 (5,88 %)	0 (0,00 %)	26 (44,83 %)
10° девіації або 2 см зміщення	0 (0,00 %)	1 (4,17 %)	15 (88,24 %)	1 (12,50 %)	17 (29,31 %)
15° девіації або 3 см зміщення	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	1 (5,88 %)	2 (25,00 %)	3 (5,17 %)
консолідація з деформацією	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	5 (62,50 %)	5 (8,62 %)
Анатомія	13,33±1,58	12,25±1,75	10,06±2,11	5,63±2,50	10,86±3,07
м'язова гіпотрофія	4 (44,44 %)	5 (20,83 %)	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	9 (15,52 %)
5° девіації або 0,5 см зміщення	5 (55,56 %)	16 (66,67 %)	8 (47,06 %)	0 (0,00 %)	29 (50,00 %)
10° девіації або 2 см зміщення	0 (0,00 %)	3 (12,50 %)	7 (41,18 %)	2 (25,00 %)	12 (20,69 %)
15° девіації або 3 см зміщення	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	2 (11,76 %)	3 (37,50 %)	5 (8,62 %)
консолідація з деформацією	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	3 (37,50 %)	3 (5,17 %)

**Додаток В-2 Характеристика віддалених результатів використання ПММА-кісткового цементу у пацієнтів
ретроспективної групи**

	Клінічні результати лікування				M±SD (n=58)
	відмінні (n=11)	хороші (n=14)	задовільні (n=9)	незадовільні (n=5)	
Сумарний результат	90,00±1,34	78,93±3,95	62,56±4,36	49,60±2,79	74,51±14,24
Больовий синдром	18,18±2,09	16,57±2,14	12,89±1,76	9,60±2,19	15,28±3,54
немає	6 (54,55 %)	3 (21,43 %)	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	9 (23,08 %)
нетривалий чи метеотропний	5 (45,45 %)	10 (71,43 %)	2 (22,22 %)	0 (0,00 %)	17 (43,59 %)
після навантаження	0 (0,00 %)	1 (7,14 %)	7 (77,78 %)	2 (40,00 %)	10 (25,64 %)
викликаний обмеженням функції кінцівки	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	3 (60,00 %)	3 (7,69 %)
Функція	18,18±2,09	15,14±1,70	11,56±1,33	8,80±1,79	14,36±3,64
така сама, як до травми	6 (54,55 %)	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	6 (15,38 %)
незначне обмеження	5 (45,45 %)	11 (78,57 %)	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	16 (41,03 %)
обмежена (користування поручнями)	0 (0,00 %)	3 (21,43 %)	8 (88,89 %)	1 (20,00 %)	12 (30,77 %)
виражена обмеженість	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	1 (11,11 %)	4 (80,00 %)	5 (12,82 %)
використання милиць або ортеза	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)
Рухи в суглобі	18,55±2,02	15,43±3,08	12,00±0,00	8,80±1,79	14,67±3,93
норма або 135°	7 (63,64 %)	3 (21,43 %)	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	10 (25,64 %)
100°	4 (36,36 %)	6 (42,86 %)	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	10 (25,64 %)
80°	0 (0,00 %)	5 (35,71 %)	9 (100,00 %)	1 (20,00 %)	15 (38,46 %)
60°	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	4 (80,00 %)	4 (10,26 %)
40°	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)

Додаток В-2 (продовження)

	Клінічні результати лікування				M±SD (n=58)
	відмінні (n=11)	хороші (n=14)	задовільні (n=9)	незадовільні (n=5)	
Працездатність	8,91±1,04	7,57±1,16	7,11±1,45	6,80±1,10	7,74±1,39
така сама, як до травми	5 (45,45 %)	1 (7,14 %)	1 (11,11 %)	0 (0,00 %)	7 (17,95 %)
збережена, але наявні деякі труднощі	6 (54,55 %)	9 (64,29 %)	3 (33,33 %)	2 (40,00 %)	20 (51,28 %)
порушена	0 (0,00 %)	4 (28,57 %)	5 (55,56 %)	3 (60,00 %)	12 (30,77 %)
легка праця	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)
Рентгенологічні дані	12,82±1,40	12,43±1,09	9,00±1,50	7,80±1,64	11,15±2,38
майже норма	3 (27,27 %)	2 (14,29 %)	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	5 (12,82 %)
5° девіації або 0,5 см зміщення	8 (72,73 %)	12 (85,71 %)	1 (11,11 %)	0 (0,00 %)	21 (53,85 %)
10° девіації або 2 см зміщення	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	7 (77,78 %)	2 (40,00 %)	10 (25,64 %)
15° девіації або 3 см зміщення	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	1 (11,11 %)	3 (60,00 %)	3 (7,69 %)
консолідація з деформацією	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)
Анатомія	13,36±1,57	11,79±0,80	10,00±1,50	7,80±1,64	11,31±2,23
м'язова гіпотрофія	5 (45,45 %)	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	5 (12,82 %)
5° девіації або 0,5 см зміщення	6 (54,55 %)	13 (92,86 %)	3 (33,33 %)	0 (0,00 %)	22 (56,41 %)
10° девіації або 2 см зміщення	0 (0,00 %)	1 (7,14 %)	6 (66,67 %)	4 (80,00 %)	11 (28,21 %)
15° девіації або 3 см зміщення	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	1 (20,00 %)	1 (2,56 %)
консолідація з деформацією	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)

**Додаток В-3 Характеристика однорідності ретроспективної та
проспективної групи**

Таблиця В-3.1

**Характеристика клінічних груп, враховуючи тип пошкодження згідно
класифікації Gustilo-Anderson**

Тип перелому	Клінічні групи дослідження		p
	ретроспективна (n=97)	проспективна (n=44)	
II	19 (19,59 %)	12 (27,27 %)	0,31
III	78 (80,41 %)	32 (72,73 %)	0,31
IIIA	33 (34,02 %)	14 (31,82 %)	0,80
IIIB	36 (37,11 %)	12 (27,27 %)	0,26
IIIC	9 (9,28 %)	6 (13,64 %)	0,44

Таблиця В-3.2

**Характеристика клінічних груп дослідження з урахуванням розміру
кісткового дефекту**

Розмір дефекту	Клінічні групи дослідження		p
	ретроспективна (n=97)	проспективна (n=44)	
M±SD	5,37±2,33	4,82±2,86	0,07
< 3 см	7 (7,22 %)	7 (15,91 %)	0,11
3-5 см	57 (58,76 %)	23 (52,27 %)	0,47
> 5 см	33 (34,02 %)	14 (31,82 %)	0,80

Таблиця В-3.3

Характеристика клінічних груп з урахуванням типу дефекту довгих кісток

Тип дефекту	Клінічні групи дослідження		p
	ретроспективна (n=97)	проспективна (n=44)	
В3	12 (12,37 %)	5 (11,36 %)	0,87
С-тип	85 (87,63 %)	39 (88,64 %)	0,87
С1	31 (31,96 %)	16 (36,36 %)	0,61
С2	37 (38,14 %)	16 (36,36 %)	0,84
С3	17 (17,53 %)	7 (15,92 %)	0,82

Таблиця В-3.4

Характеристика клінічних груп, враховуючи тип кісткового дефекту згідно класифікації Tetsworth

Тип	Клінічні групи дослідження		p
	ретроспективна (n=97)	проспективна (n=44)	
D3 А	41 (42,27 %)	24 (54,55 %)	0,18
D3 В	40 (41,24 %)	15 (34,09 %)	0,42
D3 С	16 (16,49 %)	5 (11,36 %)	0,43

Таблиця В-3.5

Характеристика клінічних груп дослідження з урахуванням персоналізованих факторів

Фактор ризику	Клінічні групи дослідження		p
	ретроспективна (n=97)	проспективна (n=44)	
вік, років	38,96±9,10	35,98±8,82	0,08
18-45 pp.	70 (72,16 %)	38 (86,36 %)	0,07
46-60 pp.	27 (27,84 %)	6 (13,64 %)	0,07
куріння	78 (80,41 %)	39 (88,64 %)	0,23

Таблиця В-3.6

Характеристика клінічних груп з урахуванням особливостей лікування

Фактор ризику	Клінічні групи дослідження		р
	ретроспективна (n=97)	проспективна (n=44)	
гемотрансфузія	15 (15,46 %)	12 (27,27 %)	0,10
рівень Нв < 100 г/л до операції	24 (24,74 %)	5 (11,36 %)	0,07
клас ASA	2,65±0,48	2,50±0,51	0,09
клас 1-2	34 (35,05 %)	22 (50,00 %)	0,09
клас 3-4	63 (64,95 %)	22 (50,00 %)	0,09

Таблиця В-3.7

Порівняльна характеристика результатів мікробіологічного дослідження бойових ран обстежених хворих

Мікробіологічний компонент	Клінічні групи дослідження		р
	ретроспективна (n=97)	проспективна (n=44)	
Ідентифікація збудників	70 (72,16 %)	35 (79,55 %)	0,35
Грамнегативні мікроорганізми	51 (52,58 %)	21 (47,73 %)	0,60
родина <i>Enterobacteriaceae</i>	26 (26,80 %)	11 (25,00 %)	0,82
рід <i>Klebsiella</i>	12 (12,37 %)	5 (11,36 %)	0,87
Грампозитивні мікроорганізми	19 (19,59 %)	14 (31,82 %)	0,11
рід <i>Staphylococcus</i>	10 (10,31 %)	13 (29,55 %)	0,004
рід <i>Bacillus</i>	8 (8,25 %)	1 (2,27 %)	0,18
ESKAPE	42 (43,30 %)	16 (36,36 %)	0,44

*Примітка. Доведено статистично значущу відмінність показників при $p \leq 0,05$.