

ОРИГІНАЛЬНІ СТАТТІ

УДК 617.572:616.727.2-001.45](045)

DOI: <http://dx.doi.org/10.15674/0030-5987202635-16>**Хірургічна технологія та диференційований підхід до лікування поліструктурних вогнепальних поранень ділянки плечового суглоба****Е. М. Хорошун^{1,2}, Ю. В. Клапчук^{1,2}, В. В. Негодуйко^{1,2},
Б. В. Петренко¹, В. Т. Голопич¹, В. В. Лапта¹**¹ Військово-медичний клінічний центр Північного регіону КМС ЗС України, Харків² Харківський національний медичний університет, Україна

Objective. To improve treatment outcomes for patients with complex (polystructural) gunshot wounds to the shoulder joint by analyzing and substantiating a surgical treatment technique. *Methods.* The surgical treatment of 34 patients with gunshot wounds to the shoulder joint involving soft tissue and bone defects was analyzed. *Results.* Positive trends were observed across all studied parameters over the course of the year. Pain intensity, measured on the Visual Analog Scale (VAS), decreased from (8.2 ± 0.9) points before treatment to 5.6 ± 0.8 at 3 months, 3.8 ± 0.7 at 6 months, and (2.3 ± 0.6) points after one year ($p < 0.001$), indicating a pronounced and sustained analgesic effect. Functional limitations of the upper limb, assessed using the DASH scale, also progressively decreased: from (78.4 ± 9.6) points before treatment to 59.7 ± 9.1 at 3 months, 42.6 ± 8.5 at 6 months, and 28.7 ± 8.1 after 1 year ($p < 0.001$), reflecting a significant reduction in limitations regarding daily activities. *Conclusions.* A differentiated, staged surgical technique for treating complex (polystructural) gunshot wounds of the shoulder joint has been developed and substantiated; it is based on an assessment of the extent of bone and soft-tissue defects and data from needle electroneuromyography (ENMG). Implementation of this technique led to objective improvements in patient treatment outcomes: pain intensity (measured on the VAS scale) decreased, and the Constant-Murley functional score rose from 12.4 ± 2.1 to (56.4 ± 4.9) points ($p < 0.001$). Differentiated indications for definitive reconstruction were established: reverse shoulder arthroplasty (performed in 35.3 % of patients) offers advantages for restoring active movement when deltoid muscle innervation is preserved, whereas arthrodesis (41.2 %) is the method of choice in cases of total denervation-atrophy and massive bone defects. *Keywords.* Gunshot wound, shoulder joint, shoulder joint arthroplasty, shoulder joint arthrodesis.

Мета. Покращити результати надання допомоги постраждалим із поліструктурними вогнепальними пораненнями плечового суглоба на підставі аналізу та обґрунтування хірургічної технології лікування. *Методи.* Проаналізовано хірургічне лікування 34 пацієнтів із вогнепальними пораненнями плечового суглоба з формуванням дефектів м'яких і тканин кісткової структури. *Результати.* Виявлено позитивну динаміку всіх досліджуваних показників упродовж року. Інтенсивність больового синдрому за візуальною аналоговою шкалою болю (ВАШ) зменшилася з $(8,2 \pm 0,9)$ бала до лікування до $5,6 \pm 0,8$ через 3 міс., $3,8 \pm 0,7$ — 6 міс. і $(2,3 \pm 0,6)$ бала через рік ($p < 0,001$), що свідчить про виражений і стійкий анальгетичний ефект лікування. Функціональні обмеження верхньої кінцівки за шкалою DASH також прогресивно зменшувалися: з $(78,4 \pm 9,6)$ бала до лікування до $59,7 \pm 9,1$ через 3 міс., $(42,6 \pm 8,5)$ бала — 6 міс. і $28,7 \pm 8,1$ через рік ($p < 0,001$), що відображає суттєве зменшення обмежень у повсякденній діяльності. *Висновки.* Розроблено й обґрунтовано диференційовану етапну хірургічну технологію лікування поліструктурних вогнепальних поранень плечового суглоба, яка базується на оцінюванні обсягу кісткових дефектів, дефектів м'яких тканин та даних голкової ЕНМГ. Упровадження технології дозволило об'єктивно покращити результати лікування пацієнтів: інтенсивність больового синдрому за шкалою ВАШ знизилася, а функціональний індекс Constant-Murley зріс із $12,4 \pm 2,1$ до $(56,4 \pm 4,9)$ бала ($p < 0,001$). Визначено диференційовані покази до остаточного відновлення: реверсивне ендопротезування (35,3 % пацієнтів) — переваги у відновленні активних рухів за умов збереження іннервації т. *deltoides*, тоді як артродезування (41,2 %) — метод вибору в разі тотальних денерваційно-атрофічних змін і масивних дефектів кістки.

Ключові слова. Вогнепальне поранення, плечовий суглоб, ендопротезування плечового суглоба, артродез плечового суглоба

Вступ

Із початком повномасштабного вторгнення рф на територію України зросла кількість важких поранень кінцівок, зокрема ділянки плечового суглоба (ПС) із формуванням первинних дефектів м'яких тканин і кісток, які його формують.

Відсутність досвіду лікування такої категорії пацієнтів призводить до численних помилок, що супроводжується незадовільними результатами.

Тому основною проблемою лікування поранених із вогнепальними ураженнями кінцівок є відсутність своєчасності, етапності та спадкоємності, недотримання доктрини реконструкції, яка базується на правилі 6/7/8/9. Згідно з нею первинну хірургічну обробку потрібно проводити впродовж 6 год, закриття дефекту м'яких тканин з покриттям кістки протягом 7 днів, остеосинтез та/або реконструкцію кісткового дефекту через 8 тижнів, відновлення функції протягом 9 міс. [5], що не завжди можливо здійснити на практиці в повному обсязі через низку причин.

За будь-яких поранень, зокрема ПС, першочерговим є своєчасний та адекватний дебридмент — видалення сторонніх тіл і нежиттєздатних тканин, які є потенційно поживним середовищем для мікроорганізмів. Після очищення рани на 7–10 добу рекомендовано проводити заміщення кісткового дефекту антибактеріальним спейсером і закриття дефекту м'яких тканин із використанням місцевих тканин або торакодорсального клаптя (TDF).

Метод вибору остаточного хірургічного лікування вогнепальних поранень ПС буде залежати від ступеня uszkodження та функціонального стану м'язів ротаторної манжети плеча, дельтоподібного м'яза, а також м'язів, які беруть участь під час рухів лопаткою, грудино-ключичного й акроміального з'єднань, розміру кісткового та дефектів м'яких тканин, наявності та ступеня uszkodження плечового сплетення та його основних нервів, а також ознак хронічного інфекційного процесу.

Мета: оцінити клініко-функціональну ефективність розробленого диференційованого хірургічного алгоритму лікування постраждалих із поліструктурними вогнепальними пораненнями ділянки плечового суглоба на основі об'єктивних критеріїв (шкали DASH, Constant, ВАШ) та даних інструментальних методів дослідження.

Матеріал і методи

В основу роботи покладено ретроспективний аналіз результатів комплексного хірургічного

лікування 34 пацієнтів із вогнепальними поліструктурними пораненнями ділянки ПС, які перебували на лікуванні у 2022–2023 р. Усі хворі — чоловіки, середній вік ($37,5 \pm 8,2$) року. Матеріали викладені в статті були затверджені біоетичною комісією ВМКЦ ПнР № 5 від 24.07.2026 року згідно з Гельсинською декларацією щодо етики досліджень, усі пацієнти надали поінформовану письмову згоду.

Дефекти м'яких тканин (ДМТ) були розподілені на три типи згідно з класифікацією N. Ferreira та співавт. [4]: α — ДМТ закривається без реконструкції, β — необхідна реконструкція, та γ — реконструкція м'яких тканин неможлива. Для аналізу кісткового дефекту ділянки ПС використовували класифікацію кафедри травматології та ортопедії Національного медичного університету ім. О. О. Богомольця [2].

Критерії включення: вогнепальне поранення ПС і білясуглобової локалізації з формуванням дефекту м'яких тканин і кісткової структури.

Критерії виключення: вогнепальне поранення ділянки ПС без дефекту м'яких тканин, вогнепальний перелом проксимального епіметафізу плечової кістки та суглобового відростка лопатки без дефекту кісткової структури, проникаючі поранення ПС із наявністю сторонніх тіл, які потребували операції зі застосуванням ендоскопічних технологій з метою видалення стороннього тіла та дебридменту ушкоджених ділянок.

Для об'єктивізації стану пацієнтів і вибору хірургічної тактики застосовували комплекс діагностичних методів:

- клініко-функціональна оцінка: інтенсивність больового синдрому за візуальною аналоговою шкалою болю (ВАШ), функціональний стан верхньої кінцівки за шкалами DASH та Constant-Murley Score в динаміці (до лікування, через 3, 6 та 12 міс.);

- променева й інструментальна діагностика: комп'ютерна томографія (КТ) із 3D-реконструкцією — виконана всім пацієнтам ($n = 34$) для аналізу дефекту кістки за класифікацією НМУ ім. О. О. Богомольця; магнітно-резонансна томографія (МРТ) — проведена 22 (64,7 %) для оцінювання стану ротаторної манжети та м'язів; УЗД і КТ-ангіографія — 11 поранених (32,4 %) за підозри на судинні ускладнення; голкова електронейроміографія (ЕНМГ) — 19 (55,9 %) через 3–4 тижні після поранення для визначення функції *n. axillaris* та *m. deltoideus*.

Постраждали з вогнепальними пораненнями ПС із дефектами м'яких тканин і кісткової структури

були розподілені згідно з віком, характером дефекту м'яких та кісткових тканин відповідно до перелічених класифікацій (табл. 1).

Окрема увага приділялася критеріям конверсії [1]. Оцінювання вогнепальних поранень великих суглобів здійснювалось із визначенням розміру дефекту м'яких тканин за класифікацією N. Ferreira та співавт. [4], вивченням рентгенограм і КТ, за якими визначали відсоток втрати кісткової тканини. Крім того, за допомогою КТ проводили 3D-планування з подальшим виготовленням титанової чи РЕЕК-решітки для заміщення кісткового дефекту [3].

В окремих випадках проводилось УЗД і КТ-ангіографії за підозри на ушкодження судин. У частини пацієнтів на пізніших етапах (через 3–4 тижні після поранення) для виявлення ознак денервації й визначення стану конкретних м'язових груп (наприклад, *m. deltoideus* у разі ушкодження *n. axillaris*) застосовувалася ЕНМГ.

Для лікування постраждалих вказаної категорії хірургічне лікування проводили в три етапи.

На першому усім пораненим проводилися хірургічні обробки ран із фіксацією ПС лонгетами, ортезами чи стрижневими АЗФ, які є складовою damage control orthopedics. Монтаж АЗФ ключиця-плече наразі не використовується через значний дискомфорт для пацієнта та ризики ушкодження підключичних структур. Основне завдання цього етапу це створення умов для очищення та загоєння рани, профілактика ранової інфекції, репозиція та фіксація кісткових уламків.

Обов'язково проводилася емпірична антибіотикопрофілактика для попередження розвитку інфекційного процесу, зокрема переходу вогнепальної рани, яка є завжди контамінованою в інфіковану. Використання антибіотиків широкого спектра дії розпочинається якомога раніше після поранення (згідно з протоколами ТССС / хірургічної допомоги пораненим).

Під час кожного дебридменту обов'язково проводиться забір тканин для бактеріологічного дослідження (посіву) з метою ідентифікації збудника та визначення його чутливості до антибіотиків, що дозволяє надалі перейти на цільову антибактеріальну терапію. Таким чином, алгоритм надання допомоги в разі вогнепального поранення ПС на першому етапі лікування має такий вигляд: дебридмент + стабілізація плечового суглоба (лонгети чи ортезування) + антибіотикопрофілактика (або антибіотикотерапія).

За умов невеликих дефектів м'яких тканин і наявності в порожнині ПС сторонніх тіл (металевих

Таблиця 1

Характеристика розподілу пацієнтів за типом кісткових і м'якотканинних дефектів

№ з/п	Вік (роки)	Тип дефекту м'яких тканин за класифікацією N. Ferreira та співавт.	Тип кісткового дефекту за класифікацією Національного медичного університету ім. О. О. Богомольця
1	34	α	D3
2	54	α	B3
3	27	β	D3
4	50	α	B3
5	29	β	D3
6	24	β	D3
7	25	β	B3
8	62	β	D3
9	52	β	D2
10	51	β	D3
11	28	α	C2
12	28	β	C3
13	39	α	B3
14	35	α	C3
15	56	α	B2
16	23	β	D3
17	44	α	D3
18	26	γ	D3
19	65	β	D2
20	34	α	D2
21	22	α	D2
22	50	α	B2
23	41	α	B2
24	28	β	D3
25	32	β	B3
26	50	α	C2
27	34	β	D3
28	35	α	B2
29	40	α	B2
30	30	β	B3
31	26	α	C2
32	26	α	B2
33	41	β	D3
34	37	α	D3

Примітки: ДМТ: α — 18 (52,9 %), β — 15 (44,1%), γ — 1 (2,9 %). КД: B2 — 6 (17,6 %), B3 — 6 (17,6 %), C2 — 3 (8,8 %), C3 — 2 (5,9 %), D2 — 4 (11,8 %), D3 — 14 (41,2 %).

осколків, куль та ін.) виконували діагностично-лікувальну артроскопію під час якої проводили ревізію, санацію та видалення сторонніх тіл.

Артроскопічна санація застосовувалася суто селективно — у разі проникаючих сліпих поранень

із мінімальним вхідним отвором, без масивного розтрощення кісткових структур, коли стороннє тіло (дрібний осколок чи куля) локалізувалося безпосередньо всередині суглобової порожнини. У всіх випадках обробка вхідного ранового каналу здійснювалась із використанням усіх принципів первинної хірургічної обробки (ПХО), на всю глибину ранового каналу, бо всі вогнепальні рани контаміновані. У випадках масивних, забруднених поранень (вибухові), а також за наявності інфікування завжди виконувався лише відкритий артротомічний дебридмент.

Другий етап включав закриття рани місцевими тканинами або використанням (TDF). У разі кісткових дефектів проводили його заповнення цементним антибактеріальним артикулюючим спейсером, які виготовляли в операційній за допомогою спеціальних силіконових форм із застосуванням кісткового цементу, армованого стрижнем, із додаванням антибактеріального препарату (гентаміцин, ванкоміцин чи колістин). Для виготовлення спейсерів потрібно враховувати діаметр головки плечової кістки, оскільки в разі більшого розміру виникнуть проблеми зі закриттям рани, ризиком розвитку невропатії та формуванням надлишкової порожнини, що в подальшому може призвести до ускладнень під час протезування ПС. У разі встановлення спейсера значно меншого розміру, ніж анатомічна головка, або через незаповнений анатомічний простір суглоба, виникне швидко зморщування та колабування капсули, заміщення простору грубим, нееластичним рубцевим конгломератом, ретракції м'язів (насамперед *m. deltoideus*) та ротаторної манжети ПС. У майбутньому, під час виконання етапу реконструкції чи ендопротезування, хірургу доведеться проводити масивний травматичний реліз тканин, а вивести плече в анатомічне положення буде вкрай важко через стійку м'язово-капсулярну контрактуру.

Перед проведенням третього етапу лікування усім хворим, крім загально-клінічних методів обстеження обов'язково виконували КТ і МРТ-обстеження для оцінювання кісткових і м'язових структур ПС, визначення розміру кісткового дефекту, ступеня ушкодження м'язів ротаторної манжети плеча, ЕНМГ.

Протягом третього етапу проводилося заміщення кісткового дефекту аутокісткою із МОС-пластиною чи стрижнем у разі цілісності суглобового хряща. Вік пацієнтів у нашому дослідженні переважно молодий та середній, тому першочерговою метою було виконання орга-

нозбережних операцій. Дефекти хряща головки плечової кістки до 20–25 % площі без суттєвої втрати субхондральної кістки вважалися субкритичними. Здійснювалася їхня санація, тунелізація чи мікрофрактуринг, що дозволяло виконувати побутові навантаження. Ендопротезування (особливо реверсивне) та артродезування в разі кісткових дефектів проксимального епіметафізу плечової кістки в молодих поранених не розглядалося як перша лінія лікування через високі ризики асептичного розхитування компонентів у довгостроковій перспективі та наявність перенесеної інфекції в рані.

За умов кістково-хрящових дефектів головки плечової кістки 50 %, гленоїду 30 % та більше зі збереженням функції ротаторної манжети плеча та дельтоподібного м'яза проводилося анатомічне однополюсне чи тотальне ендопротезування.

За ушкодження ротаторної манжети плеча, незначної чи помірної атрофії дельтоподібного м'яза, дефектів головки плечової кістки більше 50 % та суглобового відростка лопатки здійснювали реверсивне ендопротезування ПС. За комбінації наведених уражень і плексопатії з атрофією дельтоподібного м'яза проводили артродезування. У разі великого кісткового дефекту проксимального епіметафізу плечової кістки для артродезування використовували індивідуальну титанову решітку на підставі 3D-планування, яка фіксувалася до суглобового відростка лопатки та дистального уламка плечової кістки за допомогою гвинтів і заповнювалася ауто- чи алокісткою. Артродезування виконували в пізні терміни (через 6–12 міс. після поранення), після повної ліквідації інфекційного процесу. Стійка атрофія та денервація *m. deltoideus* (унаслідок невідновного руйнування *n. axillaris* або самого м'язового масиву) підтверджувалися клінічно (відсутність тонусу, неможливість активного ініціювання відведення) та інструментально (дані ЕНМГ — ознаки тотальної денервації). У разі «висячого» плеча унаслідок резекційної артропластики виникає больовий синдром через дистракцію суглоба під вагою кінцівки, нестабільність і повна втрата опорності. Артродез у функціонально вигідному положенні (відведення, згинання, внутрішня ротація — 30°) фіксує кінцівку, ліквідує біль і дозволяє пацієнту керувати рукою за рахунок збереженого руху лопатки (*m. trapezius*, *m. serratus anterior*). Це повертає кінцівці базову функцію (утримання предметів, самообслуговування). Фіксуючі шини/ортези використовувалися як тимчасові заходи етапного лікування, проте

довгострокове носіння зовнішніх фіксуючих шин значно знижує якість життя пацієнта та призводить до тотальної гіпотрофії всієї кінцівки.

За умов високих ризиків інфекційних ускладнень методом вибору лікування залишалася резекційна артропластика ПС. Цей ризик (фактично стійка хронічна вогнепальна інфекція / остеомієліт) визначався за такими критеріями: 1) повторні (більше 3–4 разів) рецидиви гнійно-запального процесу після проведених радикальних хірургічних обробок; 2) виділення полірезистентних штамів збудників (*MRSA*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Acinetobacter baumannii*); 3) стійкі високі показники маркерів запалення (СРБ, ШОЕ, прокальцитонін, D-димер) у поєднанні з рентгенологічними ознаками прогресуючого лізису кістки. За таких умов заміщення кісткового дефекту чи МОС є неможливим, тому резекційна артропластика виконувалася для порятунку кінцівки від ампутації та усунення вогнища хронічного сепсису.

Статистичний аналіз проводили за допомогою програми Statistica 13.0 / SPSS. Перевірку на нормальність розподілу здійснювали за критерієм Шапіро-Уїлка. Кількісні показники наведено у вигляді $M \pm SD$ або $Me[IQR]$. Для порівняння зв'язаних вибірок (динаміка шкал) застосовували парний t-критерій Стюдента або критерій Вілкоксона. Для порівняння незалежних підгруп використовували U-критерій Манна-Уїтні. Відмінності вважали статистично значущими за $p < 0,05$.

Результати

Згідно з розробленою етапною хірургічною технологією, усім 34 пацієнтам виконано наступний обсяг втручання:

– перший етап (debridement + damage control): ПХО та послідовні ревізійні дебридменти проведено всім пораненим (у середньому $(3,2 \pm 1,1)$ операції на одного пацієнта). Фіксацію АЗФ виконано 21 особі (61,8 %), іммобілізацію ортезами/

лонгетами — 13 (38,2 %). Артроскопічну санацію з видаленням сторонніх тіл виконано селективно 4 хворим (11,8 %);

– другий етап (реконструкція м'яких тканин і спейсер): заміщення ДМТ торакодорсальним клаптом здійснено у 15 (44,1 % — усі пацієнти з β -типом дефекту), первинне або вторинне закриття місцевими тканинами — у 18 (52,9 %). Встановлення антибактеріального артикулюючого цементного спейсера — 22 (64,7 %);

– третій етап (остаточна реконструкція): *реверсивне ендопротезування (RSA)* — 12 пацієнтів (35,3 %) із дефектами С3/D2/D3 за умови збереження функції дельтоподібного м'яза за даними ЕНМГ. *Артродезування ПС* — 14 пораненим (41,2 %) — з них у 5 випадках (14,7 %) застосовано індивідуальні 3D-друковані титанові решітки. Показанням до артродезу слугувала тотальна денервація *m. deltoideus* за даними ЕНМГ (амплітуда ПДМЗ < 100 мкВ) та масивні дефекти D3. *Аутокісткова пластика + МОС* — 5 випадків (14,7 %) із позасуглобовими дефектами (B2, B3). *Резекційна артропластика* — 2 пацієнти (5,9 %) через хронічний інфекційний процес. *Екзартикуляція* — 1 випадок (2,9 %, тип γ + незворотна ішемія).

Динаміка функціональних показників (об'єктивні шкали): завдяки реалізації технології хірургічного лікування досягнуто суттєвого поліпшення якості життя та функціональності кінцівки (табл. 2).

Аналіз даних таблиці 2 засвідчив послідовну позитивну динаміку всіх досліджуваних показників упродовж 12 міс. Інтенсивність больового синдрому за ВАШ зменшилася з $(8,2 \pm 0,9)$ бала до лікування до $5,6 \pm 0,8$ через 3 міс., $3,8 \pm 0,7$ — через 6 міс. і $2,3 \pm 0,6$ — через 12 міс. ($p < 0,001$). Таким чином, абсолютне зниження становило 5,9 бала, або приблизно 72 % від початкового рівня, що свідчить про виражений і стійкий анальгетичний ефект етапного хірургічного лікування.

Таблиця 2

Динаміка показників шкал ВАШ, DASH та Constant в обстежених пацієнтів ($M \pm SD$)

Шкала/Термін	До лікування	Через 3 міс.	Через 6 міс.	Через 12 міс.	p (до 12 міс.)
ВАШ (інтенсивність болю), бали	$7,9 \pm 0,8$	$4,1 \pm 0,5$	$2,8 \pm 0,4$	$1,9 \pm 0,3$	< 0,001
DASH, бали	$84,2 \pm 5,6$	$58,3 \pm 4,1$	$44,1 \pm 3,8$	$36,5 \pm 3,2$	
Constant score, бали	$12,4 \pm 2,1$	$34,5 \pm 3,8$	$48,2 \pm 4,2$	$56,4 \pm 4,9$	

Примітки: порівняння функціональності між підгрупами RSA та артродезу показало, що група RSA мала вищі показники Constant score через 12 міс. ($62,3 \pm 4,1$ проти $(48,1 \pm 3,5)$ балів, $p < 0,05$), проте в групі артродезу відзначався більш виражений анальгетичний ефект (ВАШ $(1,4 \pm 0,2)$ бала).

Функціональні обмеження верхньої кінцівки за шкалою DASH також прогресивно зменшувалися: з $(78,4 \pm 9,6)$ бала до лікування до $59,7 \pm 9,1$ через 3 міс., $42,6 \pm 8,5$ через 6 міс. і $28,7 \pm 8,1$ — через 12 міс. ($p < 0,001$). Загальне зниження показника становило 49,7 бала, або близько 63 %, що відображає суттєве зменшення обмежень у повсякденній діяльності. Найбільш інтенсивне покращення відбувалося протягом перших 6 міс., проте позитивна динаміка зберігалася і в другому півріччі спостереження.

Показник Constant-Murley, на відміну від BAIH і DASH, закономірно зростає: з $(18,6 \pm 7,4)$ бала до $35,8 \pm 8,6$ через 3 міс., $49,5 \pm 9,4$ через 6 міс. і $61,2 \pm 10,3$ через 12 міс. ($p < 0,001$). Приріст за весь період становив 42,6 бала, тобто кінцеве значення перевищило початкове більш ніж утричі. Узгоджений напрям змін трьох незалежних шкал — зменшення болю та інвалідизації на тлі зростання функціонального бала — підтверджує клінічну ефективність застосованого диференційованого алгоритму.

Порівняння способів остаточної реконструкції виявило різний профіль клінічної ефективності. Через 12 міс. у підгрупі реверсивного ендпротезування показник Constant-Murley був вищим, ніж після артродезу, що свідчить про кращий потенціал відновлення активної рухливості за умови збереженої функції дельтоподібного м'яза. Натомість у підгрупі артродезу спостерігався більш виражений анальгетичний ефект. Отже, результати таблиці підтверджують доцільність диференційованого вибору операції: RSA переважно забезпечує функціональну мобільність, тоді як артродез — стабільність кінцівки та контроль болю за тяжких нервово-м'язових і кісткових ушкоджень.

У разі дефектів м'яких тканин β -типу із кістковим D3 типу проводилася пластика з використанням TDF та заміщенням кісткового дефекту цементним антибактеріальним спейсером.

Клінічний приклад № 1

Пацієнт Н., 38 років, вогнепальне поранення. Реверсивне ендпротезування ПС у разі кісткового дефекту — проксимального епіметафізу плечової кістки D3, ушкодженні ротаторної манжети ПС і помірної гіпотрофії дельтоподібного м'яза (рис. 1).

У цьому випадку кістковий дефект відповідає D3 за класифікацією, бо кірково-губчасте ураження епіфізарно-метафізарної ділянки більше 40 % з дефектом суглобової поверхні більше 50 %. Травма м'яких тканин під час поранення відпові-

дає типу α , тому заміщення на попередніх етапах проводилося місцевими тканинами.

Через 6 міс. після поранення виконано операцію — RSA лівого ПС із кістковою аутопластикою дефекту передньовисхідного відділів суглобового відростка лопатки дзьобоподібним відростком (рис. 2).

Під час оперативного втручання було виявлено невірно консолидований багатоуламковий перелом головки плечової кістки з кістковим дефектом, який заміщений рубцевою тканиною; основу дзьобоподібного відростка лопатки без ознак консолидації; невірно консолидований перелом акроміального відростка лопатки зі зміщенням його основного фрагмента донизу, що звужувало субакроміальний простір; дефект передньовисхідного відділу суглобового відростка лопатки. Через кістковий дефект гленоїду проведено його пластику дзьобоподібним відростком із фіксацією двома спонгіозними 3,5 мм гвинтами. Ураховуючи тотальне ураження ротаторної манжети ПС, використано реверсний протез. Для досягнення стабільності ендпротеза здійснено латералізацію плечового компонента шляхом використання PE Humeral inlay +5 та нижньої позиції Humeral cup. Через звуження субакроміального простору проведено резекцію нижньої поверхні акроміального відростка. Післяопераційний період перебігав без ускладнень, проводилася реабілітація згідно з протоколом після ендпротезування ПС.

Через 3 міс. після операції проаналізовано активний та пасивний обсяг рухів у лівому плечовому суглобі (рис. 3).

Досягнення повного обсягу рухів у лівому ПС не було можливим через рубцеві зміни та гіпотрофію дельтоподібного м'яза, а також через невірно консолидований перелом акроміального відростка лопатки, який зменшував субакроміальний простір.

Клінічний приклад № 2

Пацієнт К., 34 роки, наслідки вогнепального поранення (21.09.2023р.) лівого ПС — із формуванням кісткового дефекту проксимального епіметафізу лівої плечової кістки, тотальним ушкодженням ротаторної манжети, вираженою гіпотрофією дельтоподібного м'яза лівого ПС (рис. 4).

Перед передопераційним плануванням хворому проведено артродез лівого ПС індивідуальним 3D-друкованим імплантатом-решіткою (матеріал Ti-6Al-4V) із пластикою кісткового дефекту кірково-губчастим аутоаутогенним трансплантатом із крила лівої

клубової кістки й імплантаційним матеріалом «ActiveBone» (рис. 5).

Післяопераційний період перебігав без ускладнень. Рана загоїлася первинним натягом. У цей період проводилася іммобілізація лівого ПС ортезом із відвідною 30° подушкою та ЛФК згідно з протоколом реабілітації. Через 3 міс. після операції на контрольній КТ відмічається формування зрощення у ділянці артродезу з активним обсягом рухів за рахунок лопатки (рис. 6).

У разі дефектів γ-типу м'яких тканин і кісткового дефекту D3 із ушкодженням пахової артерії, розвитком незворотної ішемії верхньої кінцівки проведено екзартикуляцію на рівні ПС (рис. 7).

У всіх пацієнтів із важкими пораненнями ПС після виконання реконструктивних операцій досягнути повного відновлення рухів не було можливим. Ендопротезування на відміну від артродезування дає більшу амплітуду рухів, відсутність дискомфорту зі сторони лопатки в положенні лежачи, але можливе за умов достатньої функції дельтоподібного м'яза. За наявності атрофії цього м'яза та неможливості компенсаторної реконструкції, плексопатії, а також коли є потреба у важкій фізичній праці ми рекомендуємо артродез ПС за умов збереження цілісності м'язів, які беруть участь у рухах лопаткою, цілісності акроміально-ключичного та грудинно-ключичного з'єднань.



Рис. 1. Боковий вигляд та фотовідбитки КТ лівого ПС: а) зміцнілий післяопераційний рубець і посттравматична гіпотрофія заднього та латерального відділів дельтоподібного м'яза внаслідок вогнепального проникаючого поранення; б) пряма та в) аксіальна КТ, невірно консолидований багатоуламковий перелом із кістковим дефектом головки лівої плечової кістки, передньовищнього відділу суглобового відростка лопатки, дзьобоподібного й акроміального відростків лопатки, тотальне ушкодження ротаторної манжети плеча

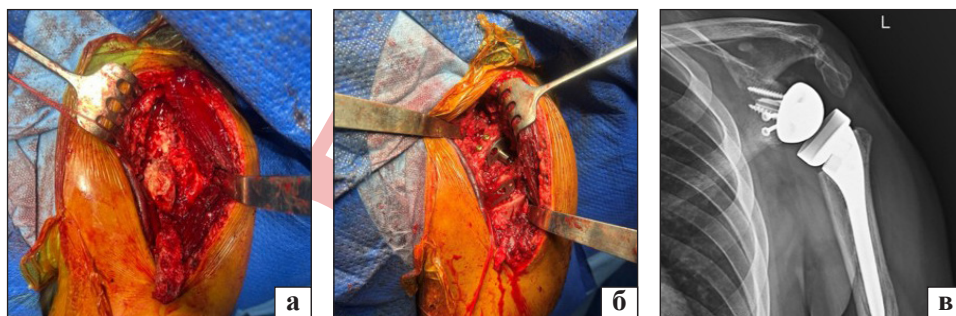


Рис. 2. Етапи реверсивного ендопротезування лівого ПС: а) загальний вигляд рани; б) дефект суглобового відростка лопатки заміщений дзьобоподібним відростком; в) фото передньозадньої проєкції рентгенівського знімку після RSA



Рис. 3. Фото обсягу активних рухів ПС до (а, б) та після RSA (в, г) лівого ПС. Відсутність активного відведення (а) й активного згинання (б) у лівому плечовому суглобі; активне відведення можливе до 45° (в); активне згинання у лівому плечовому суглобі до 50° (г)

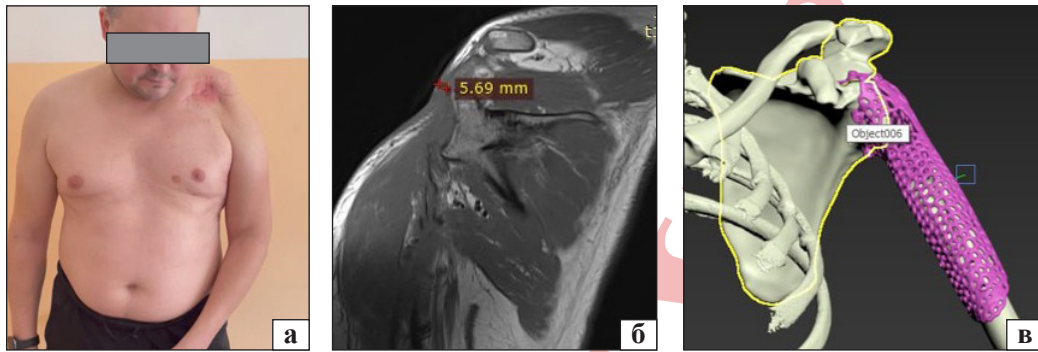


Рис. 4. Пацієнт К.: а) загальний вигляд лівого ПС зі зміцненим післяопераційним рубцем і вираженою гіпотрофією дельтоподібного м'яза; б) фронтальний зріз МРТ (атрофія дельтоподібного м'яза, відстань від суглобового відростка лопатки до шкіри складає 5,69 мм); в) артродез індивідуальним 3D-імплантатом-решіткою із формуванням кісткового дефекту

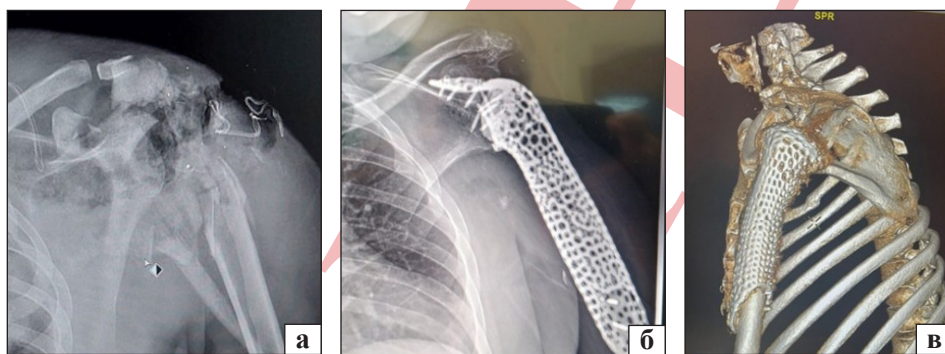


Рис. 5. Фотовідбитки етапів лікування пацієнта К.: а) передопераційне 3D-планування решітки для заміщення кісткового дефекту ПС; б) післяопераційна фоторентгенограма ПС; в) фото КТ лівого ПС, де відмічається заміщення кісткового дефекту титановою решіткою із артродезом ПС



Рис. 6. Фоторентгенограми та КТ-відбитки пацієнта К.: а) фронтальний скан КТ лівого ПС, де відмічається формування артродезу; б) активне відведення у лопатко-грудному суглобі; в) активне згинання до 80° у лівому лопатко-грудному суглобі



Рис. 7. Вогнепальне поранення правого ПС із дефектом м'яких тканин у типу та кістковим дефектом D3 типу проксимального епіметадіфізу плечової кістки: а) фоторентгенограма правого ПС; б) незворотні ішемічні зміни правої верхньої кінцівки внаслідок ушкодження пахової артерії; в) вигляд рани після екзартикуляції на рівні правого ПС

За високих ризиків інфекційних ускладнень, коли виконання ендопротезування чи артродезування ПС не можливе, проводиться резекційна артропластика як остаточний метод лікування. Анатомічне ендопротезування ПС можливе лише в разі збереження ротаторної манжети плеча та функції дельтоподібного м'яза, що може бути за незначних кісткових дефектів після вогнепальних поранень.

Обговорення

Отримані результати підтверджують, що лікування поліструктурних вогнепальних ушкоджень ПС доцільно розглядати не як одноразове реконструктивне втручання, а як послідовність взаємопов'язаних етапів: радикальний дебрідмент і тимчасова стабілізація, відновлення м'якотканинного покриву та контроль інфекції, а після стабілізації місцевого процесу — остаточна реконструкція. Такий підхід відповідає сучасному досвіду лікування бойових ушкоджень верхньої кінцівки, за якого поєднання значної втрати кістки, дефекту м'яких тканин і ушкодження магістральних нервів потребує відстроченої реконструкції з використанням клаптів, спейсерів, кісткової пластики й індивідуально підібраного остаточного втручання.

Важливою особливістю запропонованого алгоритму є те, що вибір остаточної операції визначався не лише геометрією кісткового дефекту, а й функціональною спроможністю дельтоподібного м'яза, ротаторної манжети та м'язів лопатки. Реверсивне ендопротезування забезпечувало кращий потенціал активного піднімання кінцівки, проте його ефективність залежала від збереження іннервації та достатньої сили дельтоподібного м'яза. Водночас попереднє вогнепальне інфікування, рубцеві зміни, дефіцит кістки гленоїду та проксимального відділу плечової кістки підвищують технічну складність і ризик нестабільності, перипротезної інфекції, переломів та асептичного розхитування. Тому в молодих пацієнтів із сумнівним інфекційним статусом обґрунтованими є відстрочене протезування та максимально повна санація осередку ураження.

Результати артродезування також свідчать, що цей метод не слід розглядати лише як операцію відчаю. За наявності тотальної денервації дельтоподібного м'яза, плексопатії, масивного кісткового дефекту або неможливості надійного ендопротезування артродез формує стабільну опорну кінцівку та зменшує біль, а функціональний результат забезпечується збереженням лопатково-

грудним рухом. Саме тому перед операцією принциповими є аналіз трапецієподібного, переднього зубчастого та ромбоподібних м'язів, а також цілісності акроміально-ключичного і грудино-ключичного з'єднань. Застосування індивідуальних 3D-друкованих титанових конструкцій розширює можливості артродезу в разі великих дефектів, проте потребує тривалого спостереження за перебудовою кісткового трансплантата, стабільністю фіксації та ризиком інфекційних ускладнень.

Позитивна динаміка ВАШ, DASH і Constant-Murley протягом 12 міс. демонструє клінічну доцільність диференційованої тактики. Водночас вищий показник Constant-Murley після реверсивного ендопротезування та більш виражене зменшення болю після артродезу відображають різні цілі цих операцій: ендопротезування орієнтоване на відновлення активної мобільності, тоді як артродез — на стабільність, опорність і контроль больового синдрому. Отже, пряме порівняння методів лише за сумарним функціональним балом є недостатнім; оцінювання результату має враховувати характер ушкодження, потреби пацієнта, професійне навантаження, функцію кисті та ліктьового суглоба, а також можливість тривалої реабілітації.

До обмежень дослідження належать ретроспективний дизайн, невелика вибірка, неоднорідність первинних ушкоджень і виконаних реконструкцій, відсутність рандомізованого порівняння методів і відносно короткий термін спостереження для оцінювання виживаності ендопротезів і перебудови великих кісткових трансплантатів. Крім того, поділ пацієнтів на підгрупи визначався клінічними показами, тому різниця між результатами частково відображає початкову тяжкість ушкодження. Подальші проспективні багатоцентрові дослідження мають передбачати стандартизований аналіз інфекційного статусу, функції нервово-м'язової системи, якості життя, повернення до самообслуговування та праці, а також реєстрацію повторних втручань і пізніх ускладнень.

Сучасні публікації 2022–2026 р. загалом підтримують етапну концепцію лікування високоенергетичних вогнепальних ушкоджень плечового пояса. Автори наголошують, що первинна мета полягає не в негайному відновленні анатомії суглоба, а в радикальному видаленні нежиттєздатних тканин, серійній ревізії рани, ранній антибактеріальній терапії, тимчасовій стабілізації та своєчасному відновленні життєздатного м'якотканинного покриву [6–10].

Український досвід лікування бойових ушкоджень верхньої кінцівки окремо підкреслює необхідність послідовного застосування клаптів, кісткової реконструкції, артикулюючих спейсерів і відстроченого ендопротезування в разі поєднаних суглобових дефектів [6, 9, 10].

Це безпосередньо узгоджується з нашим триетапним алгоритмом, у межах якого всім 34 пацієнтам проводили дебридмент, 61,8 % — тимчасову зовнішню фіксацію, 44,1 % — пластику торакодорсальним клаптом, а 64,7 % — встановлення антибактеріального артикулювального спейсера.

Щодо реконструкції дефектів м'яких тканин, огляди та клінічні серії рекомендують індивідуально обирати місцевий, регіонарний або вільний клапоть з урахуванням площі дефекту, стану реципієнтних судин і потреби в подальшій кістковій реконструкції [7, 8].

За даними літератури, час реконструкції та кількість попередніх дебридментів мають оцінюватися не ізольовано, а разом із життєздатністю тканин і контролем інфекції [8].

У нашій серії така логіка реалізована через закриття дефектів місцевими тканинами у 52,9 % пацієнтів і використання торакодорсального клаптя в усіх випадках, коли самостійне закриття було неможливим. Відсутність післяопераційних проблем із життєздатністю клаптів у наведених клінічних прикладах підтверджує доцільність раннього планування м'якотканинного етапу як передумови майбутнього ендопротезування або артродезування.

Для великих дефектів плечової кістки сучасні автори описують кілька реконструктивних стратегій: васкуляризований маломілковий трансплантат, дистракційний остеогенез, структурні алотрансплантати, РЕЕК- або титанові індивідуальні імплантати та комбіновані конструкції [9–12].

Водночас підкреслюється, що недостатній дебридмент або передчасний перехід до внутрішньої фіксації підвищують ризик остеомієліту й повторних операцій [9]. Наші результати підтримують ці застереження: остаточно кісткову реконструкцію виконували лише після стабілізації місцевого процесу, а за масивних дефектів D3 і тотальної денервації застосовували артродез, у 5 випадках — із пацієнт-специфічною 3D-друкованою титановою решіткою. Таким чином, власний підхід відрізняється від універсального вибору одного матеріалу тим, що спосіб заміщення дефекту підпорядкований інфекційному

статусу, нервово-м'язовій спроможності та функціональній меті операції.

Погляди на реверсивне ендопротезування також збігаються з отриманими нами даними. Огляди 2023–2026 р. вважають RSA обґрунтованим за незворотного ушкодження ротаторної манжети, складних переломів і значної втрати проксимального відділу плечової кістки за умови функціонально спроможного дельтоподібного м'яза [13–15].

Для тяжкої втрати кістки запропоновані структурні алотрансплантат-протезні композити, які відновлюють довжину плеча та місця прикріплення м'яких тканин, але потребують стабільної дистальної фіксації й тривалого спостереження [14].

У нашому дослідженні RSA застосовано у 35,3 % пацієнтів лише після КТ, МРТ та ЕНМГ-верифікації збереженої функції дельтоподібного м'яза; через 12 міс. ця підгрупа мала вищий індекс Constant-Murley, ніж група артродезу. Отже, власні результати підтверджують літературну тезу про функціональну перевагу RSA, але водночас демонструють, що в бойовій травмі й покази до неї мають бути суворішими через рубцеві зміни, дефіцит гленоїду та перенесене інфікування.

Окремий напрям сучасних досліджень стосується інфекції та застосування антибактеріальних спейсерів. Порівняльні й систематичні роботи підтверджують ефективність одно- або двоетапних ревізій порівняно з ізольованим дебридментом із збереженням імплантата, а модульні чи індивідуально сформовані спейсери дають змогу одночасно контролювати інфекцію, підтримувати довжину кінцівки та зберігати суглобовий простір [16–18]. Ці положення відповідають нашій практиці використання армованого артикулюючого спейсера, підбраного за діаметром головки плечової кістки. Порівняно з літературними серіями ревізійної артропластики, наша когорта є молодшою та має первинно бойове, а не перипротезне походження інфекційного ризику; тому спейсер розглядався переважно як міст до органозбережної реконструкції, RSA або артродезу, а не як остаточне рішення.

У підсумку зазначимо, що сучасна література підтримує три ключові положення, які підтверджені власними результатами: по-перше, пріоритет радикального контролю рани й інфекції над ранньою остаточною реконструкцією; по-друге, необхідність відновлення м'якотканинного покриву до імплантації постійних конструкцій; по-третє, вибір остаточної операції буде залежати від функції дельтоподібного м'яза, ротаторної

манжети, плечового сплетення та лопаткових стабілізаторів. Новизною нашого дослідження є практична інтеграція цих критеріїв у диференційований алгоритм для поліструктурних поранень ПС і кількісне підтвердження його ефективності: зниження ВАШ на 72 %, DASH на 63 і збільшення Constant-Murley більш ніж утричі протягом 12 міс. Водночас перевага RSA за рухливістю та артродезу за контролем болю свідчить, що ці операції не є взаємозамінними, а вирішують різні клінічні завдання.

Висновок

Розроблено й обґрунтовано диференційовану етапну хірургічну технологію лікування поліструктурних вогнепальних поранень ПС, яка базується на оцінюванні обсягу кісткових дефектів (переважали важкі типи D2–D3 — 52,9 %), дефектів м'яких тканин (типи α — 52,9 %, β — 44,1 %) та даних голкової ЕНМГ.

Упровадження технології дозволило об'єктивно покращити результати лікування пацієнтів: інтенсивність больового синдрому за шкалою ВАШ знизилася з $7,9 \pm 0,8$ до $(1,9 \pm 0,3)$ бала ($p < 0,001$), функціональні порушення за шкалою DASH зменшилися з $84,2 \pm 5,6$ до $(36,5 \pm 3,2)$ бала ($p < 0,001$), а функціональний індекс Constant-Murley зростає з $12,4 \pm 2,1$ до $(56,4 \pm 4,9)$ бала ($p < 0,001$).

Визначено диференційовані покази до остаточного відновлення: реверсивне ендопротезування (у 35,3 % випадків) надає перевагу у відновленні активних рухів за умови збереження іннервації *m. deltoideus*, тоді як артродезування (у 41,2 % пацієнтів із 3D-модельованими титановими решітками) є методом вибору за тотальних денерваційно-атрофічних змін і масивних дефектів кістки.

Конфлікт інтересів. Автори декларують відсутність конфлікту інтересів.

Перспективи подальших досліджень. Проведення проспективних багатоцентрових досліджень із більшою вибіркою пацієнтів для валідації алгоритмів вибору хірургічної тактики за поліструктурних вогнепальних поранень ПС, оцінювання віддалених функціональних результатів ендопротезування, артродезування та резекційної артропластики, а також вивчення ефективності індивідуалізованих 3D-рішень, реконструкції м'яких тканин і програм реабілітації дасть можливість удосконалити вибір хірургічної тактики, об'єктивно вивчити віддалені результати лікування й оптимізувати реконструктивні та реабілітаційні підходи у пацієнтів із поліструктурними вогнепальними пораненнями ПС.

Інформація про фінансування. Жодних вигод у будь-якій формі не було і не буде отримано від виробників медичних пристроїв, які були залучені до нашого дослідження.

Внесок авторів. Хорошун Е. М., Негодуйко В. В. обґрунтували доцільність дослідження, розробили його методику. Клапчук Ю. В. — провів дослідження, проаналізував результати та написав 80 % статті. Петренко Б. В., Го-

лопич В. Т., Лапта В. В. — провели дослідження, виконали математичні розрахунки, написали частину тексту.

Список літератури

1. Burianov, O., Yarmoliuk, Y., Derkach, S., Gritsai, M., Klapchuk, Y., Los, D., Omelchenko, T., & Kolov, G. (2023). Criteria for predicting risks in the case of replacing an external fixator with an internal fixator during the treatment of gunshot fractures of the extremities. *Orthopaedics, traumatology and prosthetics*, (1), 5–9. <https://doi.org/10.15674/0030-5987202315-9>
2. Burianov, O., Kvasha, V., Sobolevskiy, Y., Yarmoliuk, Y., Klapchuk, Y., Los, D., Kuprii, V., & Kolov, G. (2024). Methodological principles of diagnosis verification and treatment tactics determination in combat limb injuries with bone defects. *Orthopaedics, traumatology and prosthetics*, (4), 5–13. <https://doi.org/10.15674/0030-5987202345-13>
3. Buryanov, O., Lurin, I., Murat, B., Yarmoliuk, Y., Bespalenko, A., Smyk, O., Klapchuk, Y., & Los, D. (2024). Use of scaffolds based on polyetheretherketone tubular implant in the treatment of a gunshot multifragmentary fracture of the proximal part of the shoulder with a bone defect: A case report. *Journal of medical case reports*, 18(1). <https://doi.org/10.1186/s13256-024-04727-5>
4. Ferreira, N., & Tanwar, Y. S. (2020). Systematic approach to the management of post-traumatic segmental Diaphyseal long bone defects: Treatment algorithm and comprehensive classification system. *Strategies in trauma and limb reconstruction*, 15(2), 106–116. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10080-1466>
5. Hariyan, S., Tsybul'skyi, O., Makhovskyi, V., & Sali, Z. (2024). Experience of the segmental bone defects' treatment for patients with combat trauma using the method of distraction osteogenesis. *Orthopaedics, traumatology and prosthetics*, (4), 71–78. <https://doi.org/10.15674/0030-59872023471-78>
6. Lysak, A., Gaiovych, V., Strafun, S., & Shypunov, V. (2025). Ukrainian orthopedic trauma experience in managing wartime injuries of the upper extremity. *Hand clinics*, 41(3), 373–385. <https://doi.org/10.1016/j.hcl.2025.03.012>
7. Muettterties, C., Miller, A. J., & Strohl, A. (2025). Soft tissue reconstruction of the upper extremity after ballistic injury. *Hand clinics*, 41(3), 303–312. <https://doi.org/10.1016/j.hcl.2025.03.005>
8. Whiteman, E., Ejaz, H., Rehman, U., Khatib, M., & Cavale, N. (2023). Soft tissue reconstruction of combat-related injuries in the upper limb—should serial debridement's be prioritised over time to reconstruction? A systematic review and meta-analysis. *European journal of plastic surgery*, 46(6), 887–900. <https://doi.org/10.1007/s00238-023-02136-3>
9. Lurin, I., Burianov, O., Yarmoliuk, Y., Klapchuk, Y., Derkach, S., Gorobeiko, M., & Dinets, A. (2024). Management of severe defects of humerus in combat patients injured in Russo-Ukrainian war. *Injury*, 55(2), 111280. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2023.111280>
10. Buryanov, O., Lurin, I., Murat, B., Yarmoliuk, Y., Bespalenko, A., Smyk, O., Klapchuk, Y., & Los, D. (2024). Use of scaffolds based on polyetheretherketone tubular implant in the treatment of a gunshot multifragmentary fracture of the proximal part of the shoulder with a bone defect: A case report. *Journal of medical case reports*, 18(1). <https://doi.org/10.1186/s13256-024-04727-5>
11. Franceschi, F., Giovannetti de Sanctis, E., Gupta, A., Athwal, G. S., & Di Giacomo, G. (2023). Reverse shoulder arthroplasty: State-of-the-art. *Journal of ISAKOS*, 8(5), 306–317. <https://doi.org/10.1016/j.jisako.2023.05.007>
12. Cirino, C. M., Dines, D. M., & Fu, M. C. (2023). 3-dimensional printing and custom implants in shoulder arthroplasty. *Seminars in Arthroplasty: JSAS*, 33(4), 862–869. <https://doi.org/10.1053/j.sart.2023.06.019>
13. Melton, T. J., Watts, J. C., & Hasan, S. S. (2025). Reverse

- shoulder-allograft prosthetic composite reconstruction for a failed reverse total shoulder arthroplasty with massive proximal humeral bone loss and a fractured modular humeral stem: A case report. *JSES reviews, reports, and techniques*, 5(2), 296–302. <https://doi.org/10.1016/j.xrrt.2024.12.001>
14. Aksoy, T., Yilmaz, A., Beydemir, A., Yataganbaba, A., & Huri, G. (2023). Comparison of surgical treatment options in periprosthetic shoulder infections: A systematic review from 2016 to 2022. *Annals of joint*, 8, 20–20. <https://doi.org/10.21037/aoj-22-48>
 15. Beady, N. D., Guy, C., Chalmers, P. N., Joyce, C. D., & Tashjian, R. Z. (2025). Management of shoulder prosthetic joint infections with humeral bone loss using a customizable articulating long stem spacer (The Frankenspace). *JSES reviews, reports, and techniques*, 5(4), 685–692. <https://doi.org/10.1016/j.xrrt.2025.06.002>
 16. Bdeir, M., Lerchl, A., Hetjens, S., Schilder, A., Gravius, S., Baumgärtner, T., & Darwich, A. (2024). One- vs. two-stage revision for Periprosthetic shoulder infections: A systematic review and meta-analysis. *Antibiotics*, 13(5), 440. <https://doi.org/10.3390/antibiotics13050440>
 17. Xiao, M., Money, A. J., Pullen, W. M., Cheung, E. V., Abrams, G. D., & Freehill, M. T. (2022). Outcomes after resection arthroplasty versus permanent antibiotic spacer for salvage treatment of shoulder periprosthetic joint infections: A systematic review and meta-analysis. *Journal of shoulder and elbow surgery*, 31(3), 668–679. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2021.10.016>
 18. Pellegrini, A., Legnani, C., Macchi, V., & Meani, E. (2019). Two-stage revision shoulder prosthesis vs. permanent articulating antibiotic spacer in the treatment of periprosthetic shoulder infections. *Orthopaedics & traumatology: surgery & research*, 105(2), 237–240. <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2018.10.010>

Стаття надійшла до редакції 27.05.2026	Отримано після рецензування 17.08.2026	Прийнято до друку 25.08.2026
---	---	---------------------------------

SURGICAL TECHNIQUE AND A DIFFERENTIATED APPROACH TO THE TREATMENT OF POLYSTRUCTURAL GUNSHOT INJURIES OF THE SHOULDER JOINT REGION

E. M. Khoroshun ^{1,2}, Yu. V. Klapchuk ^{1,2}, V. V. Negoduiko ^{1,2}, B. V. Petrenko ¹, V. T. Golopich ¹, V. V. Lapta ¹

¹ Military Medical Clinical Center of the Northern Region of the Armed Forces of Ukraine, Kharkiv

² Kharkiv National Medical University, Ukraine

✉ Eduard Khoroshun, MD, PhD: ehoroshun@i.ua; <https://orcid.org/0000-0003-1258-1319>

✉ Yurii Klapchuk, MD, PhD: klapchuks@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-1903-959X>

✉ Volodymyr Negoduiko, MD, DMSc: vol-ramzes13@ukr.net; <https://orcid.org/0000-0003-4540-5207>

✉ Bohdan Petrenko: drfedk@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0004-9349-5141>

✉ Vladyslav Golopich: vladgolopych@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0005-2772-4572>

✉ Volodymyr Lapta: olesyalb033@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0007-4481-2309>