ISSN print 2414-4495, ISSN online 2710-1444, https://msz.knmu.edu.ua, msz.journal@knmu.edu.ua

УДК: 616.1-616.38-617.0

МІНІМАЛЬНО ІНВАЗИВНЕ ВИДАЛЕННЯ ЧУЖОРІДНИХ ТІЛ ПІД УЛЬТРАЗВУКОВИМ КОНТРОЛЕМ У ПАЦІЄНТІВ ІЗ ВОГНЕПАЛЬНИМИ ПОРАНЕННЯМИ КІНЦІВОК

Поліков Г.О.

Харківський національний медичний університет, Харків, Україна

Актуальність. Вогнепальні поранення кінцівок залишаються однією з найпоширеніших форм бойової травми, складаючи понад 70 % випадків. Наявність сторонніх тіл у м'яких тканинах підвищує ризик локальних інфекційних ускладнень. Ультразвукове дослідження демонструє високу чутливість (97,9 %), специфічність (85,0–95,0 %) і точність (>90,0 %) у виявленні сторонніх тіл.

Мета. Оцінка ефективності використання ультразвукової навігації при видаленні сторонніх тіл з м'яких тканин кінцівок у пацієнтів із вогнепальними сліпими пораненнями.

Матеріали та методи. Дослідження включало 100 пацієнтів із вогнепальними сліпими пораненнями м'яких тканин кінцівок. Усім пацієнтам виконували рентгенографію у двох проєкціях та ультразвукове дослідження (УЗД) ділянки поранення. У всіх випадках після УЗД проводилося хірургічне видалення сторонніх тіл із підтвердженням їхньої наявності. Для об'єктивної оцінки динаміки ранового процесу було використано шкалу оцінки загоєння ран (Wound Healing Scale). Статистичну обробку даних проводили з використанням програмного забезпечення Epi Info 8.0 (CDC, США). Дослідження виконано в межах науково-дослідної теми з номером державної реєстрації 0124U002908 та дисертації автора.

Етика дослідження. Дослідження проведено із дотриманням положень Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації (1964–2024 рр.). Всі пацієнти підписали інформовану згоду на лікування. Дизайн та методи схвалені етичною комісією Харківського національного медичного університету (протокол № 2 від 12.10.2022).

Результати. Середній вік пацієнтів становив 37 років. Ультразвукове дослідження дозволило ідентифікувати сторонні тіла у 100,0 % пацієнтів, при цьому їх успішне видалення досягнуто у 98,0 % випадків. У більшості випадків (75,0 %) видалення виконано через рановий канал без додаткових розрізів; у 23,0 % – із формуванням додаткового доступу. Переважали сторонні тіла розмірами до 1 см (54,9 %), серед яких домінували металеві уламки (70,9 %). За даними шкали оцінки загоєння ран, відзначено статистично значуще зменшення площі та об'єму рани, зниження ексудації, зменшення частоти некрозу, а також активне формування грануляційної тканини та епітелізація вже на 3–6-ту добу ($p<0,001$).

Висновки. Застосування ультразвукової навігації в комплексі лікувально-діагностичної програми дозволяє підвищити точність ідентифікації та видалення сторонніх тіл з мінімізацією травматизації тканин.

Ключові слова: *хірургія, бойова травма, ультразвукова навігація, сторонні тіла м'яких тканин.*

Відповідальний автор: Поліков Г.О.
✉ 4, пр. Науки, м. Харків, 61022, Україна.
E-mail: g.polikov8@gmail.com

Corresponding author: Polikov H.O.
✉ 4, Nauky ave., Kharkiv, 61022, Ukraine.
E-mail: g.polikov8@gmail.com

© Поліков Г.О., 2026 CC BY-NC-SA © Polikov H.O., 2026

ISSN print 2414-4495, ISSN online 2710-1444, https://msz.knmu.edu.ua, msz.journal@knmu.edu.ua

Цитуйте українською: Поліков ГО.
Мінімально інвазивне видалення чужорідних тіл під ультразвуковим контролем у пацієнтів із вогнепальними пораненнями кінцівок.
Медицина сьогодні і завтра. 2026;95(1):18-25.
https://doi.org/10.35339/msz.2026.95.1.pho

Cite in English: Polikov HO.
Minimally invasive removal of foreign bodies under ultrasound guidance in patients with gunshot wounds of the limbs.
Medicine Today and Tomorrow. 2026;95(1):18-25.
https://doi.org/10.35339/msz.2026.95.1.pho [In Ukrainian].

Вступ

Вогнепальні поранення кінцівок становлять одну з найбільш поширених категорій бойової травми в сучасних збройних конфліктах, складаючи понад 70 % усіх випадків. Наявність сторонніх тіл здатна спричинити локальні інфекційні ускладнення, вторинні кровотечі, а в пізні строки – хронічний больовий синдром та хронізацію ранового процесу [1–3]. Методи рентгенівської навігації мають обмеження щодо візуалізації неферомагнітних металів, більшості полімерів та скла. За даними сучасних клінічних оглядів, частота пропущених рентгенівських сторонніх тіл сягає 15,0–25,0 % у пацієнтів із вибуховою травмою, що істотно ускладнює вибір хірургічної тактики та підвищує ризик вторинних операцій [4]. Ультразвукове дослідження (УЗД), перевага якого полягає у виявленні як радіоконтрастних, так і радіопрозорих сторонніх тіл без впливу іонізуючого випромінювання, є альтернативою рентгенівської системи (С-дуга) на основі електронно-оптичного перетворювача (ЕОП) в ідентифікації сторонніх тіл під час хірургічної обробки рани. Згідно з літературними даними, чутливість УЗД у виявленні сторонніх тіл становить 97,9 %, специфічність – 85,0–95,0 %, а точність – понад 90,0 % [5; 6].

Ультразвуковий контроль дозволяє в режимі реального часу візуалізувати стороннє тіло в м'яких тканинах, навіть на доволі великій глибині (до 7–8 см), з точністю диференціювати навколишні структури, що дозволяє максимізувати успіх видалення стороннього тіла, мінімізувати ускладнення під час хірургічного втручання та діагностувати супутні пошкодження [7; 8].

На сьогодні кількість досліджень із великою вибіркою, які б висвітлювали масовий досвід застосування УЗД під час хірургічних втручань у поранених із наявністю сторонніх тіл у м'яких тканинах, залишається недостатньою.

Метою дослідження була оцінка ефективності використання ультразвукової навігації при видаленні сторонніх тіл з м'яких тканин кінцівок у пацієнтів із вогнепальними сліпими пораненнями шляхом аналізу радикальності хірургічної обробки ран, частоти післяопераційних ускладнень та потреби у повторних хірургічних втручаннях.

Матеріали та методи

Дослідження виконано у форматі одноцентрового ретроспективного когортного аналізу та ґрунтується на результатах лікування 100 пацієнтів із вогнепальними сліпими пораненнями м'яких тканин верхніх і нижніх кінцівок, які перебували на стаціонарному лікуванні у КП «Близнюківська центральна районна лікарня» (Харківська область, Україна) у 2024 р.

Усім хворим на первинному етапі виконувалася первинна хірургічна обробка ран та введення одного з антибіотиків у профілактичній дозі: цефалоспорину I покоління або напівсинтетичного пеніциліну. До дослідження потрапили пацієнти, яким не вдалося на попередньому етапі видалити стороннє тіло чи наявність якого не була підтверджена.

При поступленні до стаціонару виконувалася рентгенографія ділянок поранення у двох проєкціях, після чого проводилось УЗД ділянки поранення та повторна хірургічна обробка рани з видаленням сторонніх тіл. Критеріями включення були: 1) вік пацієнта від 18 до 59 років; 2) наявність вогнепальних сліпих пораненень м'яких тканин верхніх або нижніх кінцівок, з якими пацієнти надійшли до стаціонару протягом 24–48 годин від моменту поранення; 3) рани, що підлягають первинній

ISSN print 2414-4495, ISSN online 2710-1444, https://msz.knmu.edu.ua, msz.journal@knmu.edu.ua

або повторній хірургічній обробці; 4) стабільний стан пацієнтів (на момент включення відсутні загроза життю та потреба у негайній реанімації або тривалій інтенсивній терапії).

Вибір інтервалу 24–48 годин був обумовлений необхідністю формування клінічно однорідної групи пацієнтів: у терміни до 24 годин після поранення хворі, як правило, перебувають на етапі первинної медичної допомоги, тоді як після 48 годин частіше розвиваються вторинні запальні зміни та інфекційні ускладнення, що можуть впливати на перебіг ранового процесу та результати лікування.

УЗД проводилося з використанням портативної діагностичної системи Logiq E (GE Healthcare, Китай) з лінійним датчиком 6,0–13,0 МГц і конвексним 2,0–7,5 МГц. Дослідження виконувалися в декількох площинах для оцінки локалізації стороннього тіла, його розміру, глибини та орієнтації щодо осі кінцівки. Оцінювали відношення сторонніх тіл до анатомічних структур: шкіри, підшкірно-жирової клітковини, м'язів, сухожиль, магістральних судин, нервів та кісток. За необхідності застосовували кольорову та енергетичну доплерографію для оцінки кровотоку та виключення пошкодження судин [4–6].

Показаннями для видалення сторонніх тіл були: розмір ≥0,5 см; розташування поблизу судинно-нервових пучків; запальні ускладнення (серома, нагноєння); локалізація в ділянці суглобів або фаланг пальців. Рішення про видалення приймалося індивідуально з урахуванням сукупності клінічних факторів, тому в окремих випадках виконувалося видалення сторонніх тіл розміром менше 0,5 см за наявності відповідних показань.

Видалення проводили під місцевою анестезією у 85 % випадків або під загальною анестезією у 15 % випадків. Ультразвукова навігація (УЗ-навігація) дозволяла виконувати видалення через рановий канал або контрапертуру, використовуючи стандартний хірургічний інструментарій або магнітний інструмент у випадку металевих феромагнітних уламків. Метод знеболення обирали індивідуально залежно від глибини залягання стороннього тіла, анатомічної локалізації та передбачуваної складності втручання. Місцева анестезія застосовувалася переважно при поверхневому або середньому розташуванні стороннього тіла та технічно доступному втручанні. Загальна анестезія використовувалася у випадках глибокого залягання сторонніх тіл, їхньої близькості до судинно-нервових структур або необхідності більш тривалого оперативного втручання.

Для оцінки процесу загоєння ран використовували шкалу загоєння ран (WHS). Оцінка показників здійснювалася ретроспективно на основі аналізу первинної медичної документації (історій хвороби, щоденників спостереження, протоколів перев'язок), у яких фіксувалися клінічні характеристики рани, зокрема площа і глибина, тип тканин (некроз, фібрин, грануляції), рівень ексудації та ознаки епітелізації у динаміці лікування. Шкала дозволяє відслідковувати динаміку та включає такі п'ять критеріїв: 1 – площа рани; 2 – глибина рани; 3 – тип тканин у рані (некротичні, фібрин, грануляційна тканина, епітелізація); 4 – ексудація (відсутня / помірна / значна); 5 – епітелізація (відсутня, часткова, повна). Оцінку показників проводили у динаміці (1-ша, 3-тя та 6-та доба) з урахуванням етапності лікування: у відкритих ранах – безпосередньо під час огляду, а у випадках накладення первинно-відстрочених швів – за даними стану рани перед її закриттям, що фіксувалося у медичній документації.

Статистичну обробку даних проводили з використанням програмного забезпечення Epi Info 8.0 (CDC, США). Кількісні показники представлено у вигляді середнього значення та стандартного відхилення (M±SD) при нормальному розподілі або у вигляді медіани та міжквартильного інтервалу (Me [IQR]) при ненормальному розподілі. Перевірку нормальності розподілу проводили за критерієм Шапіро – Вілка. Для порівняння незалежних груп застосовували U-критерій Манна – Уїтні. Категоріальні змінні аналізували за допомогою критерію χ^2 Пірсона. Різницю вважали статистично значущою при $p<0,05$.

ISSN print 2414-4495, ISSN online 2710-1444, https://msz.knmu.edu.ua, msz.journal@knmu.edu.ua

Етика дослідження

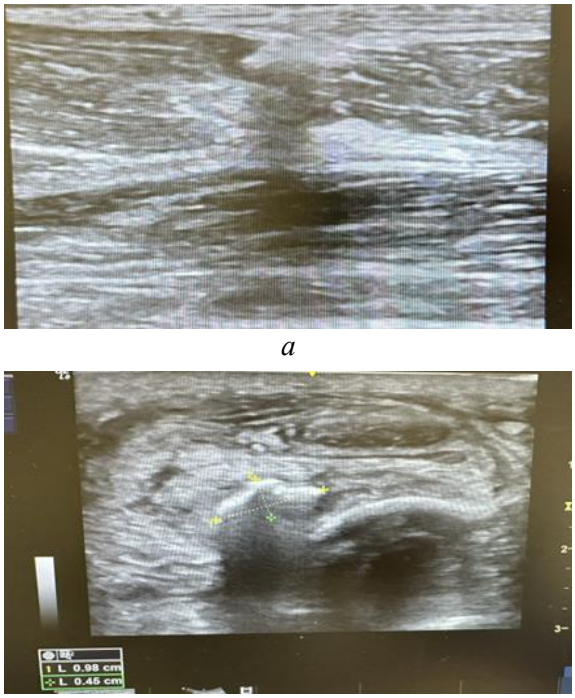
Дослідження проведено із дотриманням положень Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації (1964–2024 рр.). Дизайн та методи схвалені етичною комісією Харківського національного медичного університету (протокол № 2 від 12.10.2022).

Кожен пацієнт був проінформований про мету і методи дослідження, про потенційну користь та ризики діагностики. Кожному пацієнту було роз'яснено, що його рішення про участь або відмова від участі в даному дослідженні на будь-якому етапі його діагностики та лікування ніяк не вплине на подальше ведення. Кожен пацієнт підписав інформовану згоду на лікування та участь у дослідженні.

Результати

Середній вік пацієнтів становив 37 років у діапазоні 19–57 років, усі – чоловіки. У 75 пацієнтів спостерігали поєднані поранення 2 анатомічних ділянок. Тривалість скарг у 85 % випадків становила 4 дні. Основні скарги: відчуття стороннього тіла – 77 %, біль – 59 %, поколювання/ печіння – 35 %. При госпіталізації поранених проводилося клінічне, рентгенографічне, ультразвукове та лабораторне дослідження. У 95 пацієнтів були рентген-контрастні сторонні тіла, у 5 – рентген-негативні чужорідні тіла. Позитивний результат УЗД відзначався у 100 пацієнтів, стороннє тіло було видалено у 98 пацієнтів, при цьому всі 5 рентген-негативних сторонніх тіл були успішно ідентифіковані за допомогою УЗД та видалені під УЗ-навігацією без ускладнень.

Ультразвукова характеристика металевого стороннього тіла (*рис. 1*): яскравий гіперехогенний утвір з наявністю геометричних рис; відсутність акустичного сигналу (акустична тінь) дистальніше стороннього тіла; ревербірація; артефакт накладання частот (aliasing) у кольоровому доплерівському режимі. Структура пошкоджених тканин може бути неоднорідною за рахунок ділянки молекулярного струсу тканин, гематоми, ексудату чи газу. Стороннє тіло слід відрізняти від гіперехогенних тканин тіла, таких як: сесамоподібні кістки, рубцева тканина, газовий міхур та міжм'язова фасція.



а

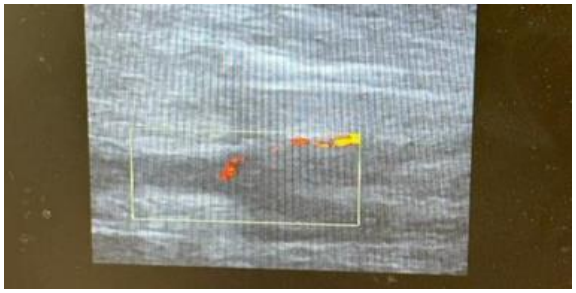
б

Рис. 1. Сонограма стороннього тіла (металевої щільності) в м'язах нижньої кінцівки: а – акустична тінь; б – ревербераційя

Далі визначалися глибина залягання стороннього тіла від поверхні шкіри, напрямок ранового каналу, візуалізація судин та нервів ураженої ділянки. У більшості випадків (75,0 %) вдалося видалити чужорідне тіло через рановий канал без збільшення травматизації навколишніх тканин. Однак у деяких випадках (23,0 %) ставилася мітка на шкірі та виконувався додатковий лінійний розріз, як найкоротший шлях для доступу до стороннього тіла в обхід судин, нервових структур і сухожиль (*рис. 2*).

Методом знеболення у більшості випадків (83,0 %) була місцева анестезія (1,00 % розчин лідокаїну чи 0,25 % розчин бупівакаїну). Проводилась інфільтраційна, регіонарна чи футлярна анестезія, залежно від глибини залягання стороннього тіла та протяжності ранового каналу. У 15,0 % пацієнтів хірургічне втручання відбувалося під загальною анестезією. Під ультразвуковою навігацією через рановий канал або через контрапертуру, стороннє тіло видалялося за допомогою хірургічного загального інструментарію або магнітного інструменту (за технологією ендоваскулярного і зовнішнього застосування).

ISSN print 2414-4495, ISSN online 2710-1444, https://msz.knmu.edu.ua, msz.journal@knmu.edu.ua



а



б

Рис. 2. Стороннє тіло (осколок):
а – біля тибіо-перинеального стовбура гомілки;
б – видалено через додатковий лінійний розріз

Сторонні тіла було видалено з: плеча (25 випадків), передпліччя (24 випадки), кисті (28 випадків), стегна (47 випадків), ділянки колінного суглоба (4 випадки), гомілки (36 випадків), стопи (11 випадків) (*табл. 1*).

Розміри та кількість видалених сторонніх тіл за даними післяопераційних вимірювань (у перерахунку на кількість ран, n=175): 7 см – у 3 (1,7 %) випадках, 2–3 см – у 36 (20,6 %), 1–2 см – у 40 (22,9 %), 0,3–1,0 см – у 96 (54,9 %).

Чужорідні тіла з металу (деформовані кулі, оболонки куль, осколки снарядів) вилучено з 124 (70,9 %) ран, полімерні – у 31 (17,7 %), скляні –у 9 (5,1 %), дерев'яні – у 11 (6,3 %) випадках.

Таким чином, у більшості випадків (54,9 %) переважали сторонні тіла розміром до 1 см.

Причиною неможливості вилучення стороннього тіла у 2 (2,0 %) пацієнтів було його глибоке залягання, що обмежувало можливість безпечного видалення. У цих випадках сторонні тіла були чітко візуалізовані за допомогою ультразвукового дослідження та ідентифіковані інтраопераційно, однак від їх видалення утрималися через високий ризик ятрогенних ушкоджень.

Усі 175 ран, включених до аналізу, містили сторонні тіла, що відповідало критеріям відбору пацієнтів. Серед них у 124 (70,9 %) випадках виявлено металеві сторонні тіла, тоді як у 51 (29,1 %) – неметалеві (полімерні матеріали – 31 випадок, скло – 9, дерево – 11).

Переважали вогнепальні сліпі рани м'яких тканин без значного дефіциту тканин. Для об'єктивної оцінки динаміки ранового процесу було використано шкалу оцінки загоєння ран (WHS), яка дозволяє комплексно аналізувати морфофункціональний стан рани та ефективність лікувальних заходів. Шкала включає п'ять ключових критеріїв: площу та глибину рани, тип тканин у рані, характер ексудації та ступінь епітелізації.

Середня площа ранової поверхні на момент включення в дослідження становила 3,5 см², що відповідало малим і середнім за розміром ранам за класифікацією WHS. У динаміці лікування відзначалося поступове зменшення площі ранового дефекту, що корелювало з регресом запальних змін. Середній об'єм рани становив 9,0 см³. Відзначалося зменшення глибини рани та вирівнювання її дна за рахунок активного гранулювання, а також швидке зниження рівня ексудації від помірної до мінімальної або повної її відсутності. Запальні зміни на рановій поверхні регресували в ранні терміни, що супроводжувалося лише нетривалою набряклістю травмованих тканин. Закриття ран шляхом накладання первинно-відстрочених швів було виконано в середньому на [5,5±1,2] доби з моменту травми (*табл. 2*).

Таблиця 1. Вражені анатомічні ділянки та види сторонніх тіл

Анатомічна ділянка	Феромагнітні металеві осколки	Неферомагнітні металеві осколки	Полімерний матеріал	Скло	Дерево
Плече	9	8	5	3	–
Передпліччя	10	5	5	1	3
Кисть	10	7	–	3	8
Стегно	15	18	14	–	–
Ділянка колінного суглоба	3	1	–	–	–
Гомілка	13	16	7	–	–
Стопа	5	3	–	2	1

ISSN print 2414-4495, ISSN online 2710-1444, https://msz.knmu.edu.ua, msz.journal@knmu.edu.ua

Таблиця 2. Динаміка основних показників рани за шкалою оцінки загоєння ран (n=175)

Показник	1-ша доба	3-тя доба	6-та доба	p
Площа рани, см² (M ± SD)	3,5±1,4	2,6±1,2	1,8±0,9	<0,001
Об'єм рани, см³ (M ± SD)	9,0±3,1	6,2±2,4	3,9±1,7	<0,001
Помірна/значна ексудація, %	68,00	32,00	8,00	<0,001
Наявність фібрину/некрозу, %	54,29	18,29	4,00	<0,001
Ознаки грануляції, %	41,14	76,00	92,00	<0,001
Початкова епітелізація, %	12,00	48,00	80,57	<0,001

Обговорення результатів

Отримані результати свідчать, що ультразвук-асистоване видалення сторонніх тіл у поранених із вогнепальними осколковими пошкодженнями м'яких тканин достовірно покращує перебіг ранового процесу, що підтверджується позитивною динамікою показників за шкалою WHS. Уже на 3–5-ту добу після санації рани відзначено статистично значуще зменшення ексудації, редукцію об'єму та площі дефекту, активне формування грануляційної тканини та ранню епітелізацію (p<0,001).

В міжнародних військово-медичних рекомендаціях, зокрема у клінічних настановах Tactical Combat Casualty Care (TCCC) щодо профілактики інфекцій при бойових пораненнях, зазначено, що присутність сторонніх тіл у м'яких тканинах повинна бути задокументована, врахована при подальшому хірургічному лікуванні, оскільки наявність чужорідного тіла може стати джерелом персистуючого запалення чи інфекційних ускладнень [9]. Наші дані (98 % радикального видалення, 75 % – без додаткового розширення доступу) демонструють, що УЗ-навігація дозволяє реалізувати ці принципи з мінімальною інвазивністю.

Отримані результати узгоджуються з даними літератури щодо високої діагностичної ефективності ультразвуку у виявленні сторонніх тіл м'яких тканин. За даними попередніх досліджень, чутливість методу сягає 90–98 %, що співставно з отриманими нами результатами повної візуалізації сторонніх тіл у 100 % випадків [4–6]. Водночас більшість наявних робіт зосереджені переважно на діагностичних можливостях ультразвуку, тоді як питання його використання для навігації під час хірургічного видалення висвітлені обмежено.

У нашому дослідженні продемонстровано високу ефективність ультразвук-асистованого видалення сторонніх тіл (98 %), що підтверджує доцільність використання методу не лише як діагностичного, але й як інтраопераційного навігаційного інструменту. Особливу клінічну цінність становить можливість ефективного виявлення та видалення рентген-негативних сторонніх тіл (полімер, скло, дерево), які часто залишаються недіагностованими при рентгенографії та асоціюються з ризиком ускладнень.

Практична цінність отриманих результатів полягає в тому, що використання ультразвукової навігації при хірургічному видаленні сторонніх тіл із м'яких тканин кінцівок дозволяє підвищити радикальність хірургічної обробки, зменшити інвазивність втручання та потенційно знизити частоту післяопераційних ускладнень і повторних операцій.

Метод є особливо цінним у закладах рівня Role II, де доступ до високотехнологічних методів візуалізації може бути обмеженим, а швидкість та точність прийняття рішень мають вирішальне значення.

Висновки

1. Застосування ультразвукової навігації в комплексі лікувально-діагностичної програми дозволяє значно підвищити точність ідентифікації та видалення сторонніх тіл у пацієнтів з вогнепальними сліпими пораненнями м'яких тканин кінцівок.

2. Метод ефективний як для рентгенконтрастних, так і для рентген-негативних або неферомагнітних сторонніх тіл (полімерні матеріали, скло, дерево, інші неметалеві та неферомагнітні включення), що дозволяє знизити частоту повторних оперативних втручань і пов'язаних із ними ускладнень.

3. Ультразвуковий контроль дозволяє видаляти сторонні тіла через наявний

ISSN print 2414-4495, ISSN online 2710-1444, https://msz.knmu.edu.ua, msz.journal@knmu.edu.ua

рановий канал без додаткових розрізів у більшості випадків (75 %), що мінімізує травматизацію м'яких тканин та ризик пошкодження магістральних судин, нервів і сухожиль.

Декларації

Конфлікт інтересів відсутній.

Автор надав згоду на публікацію статті на умовах ліцензії Creative Commons BY-NC-SA 4.0 International License та публічного договору з редакцією, на обробку та публікацію його персональних даних.

Автор рукопису заявляє, що під час проведення досліджень, підготовки та редагування цього рукопису він не використовував жодні інструменти чи сервіси генеративного штучного інтелекту (ШІ) для виконання завдань, перелічених у Таксономії делегування генеративного ШІ (Generative AI Delegation Taxonomy, GAIDeT, 2025). Усі етапи роботи (від розробки дослідницької концепції до фінального редагування) виконувалися автором особисто.

Фінансування та подяки

Дослідження виконано в межах дисертації автора «Хірургічне лікування вогнепальних поранень з використанням VAC-систем і фототерапії з урахуванням біоплівкоутворення» (роки виконання 2022–2026). Тема затверджена на засідання Вченої ради Харківського національного медичного університету. Дослідження також є частиною науково-дослідної роботи кафедри хірургії № 1 Харківського національного медичного університету «Розробка діагностичних методів й відкритих та мініінвазивних технологій лікування захворювань та травм органів грудної та черевної порожнини, судин кінцівок у хворих у військовий час» (2024–2028), номер державної реєстрації 0124U002908.

Література

1. Shapira S, Goldman S, Givon A, Katorza E, Dudkiewicz I, Epstein D, Prat D. Risk factors for limb amputations in modern warfare trauma: new perspectives. J Am Acad Orthop Surg. 2025;33(19):1100-8. DOI: 10.5435/JAAOS-D-24-00935. PMID: 39804819.

2. Chevalley K, Zimmerman J, Mittendorf A, et al. Civilian pattern of injuries in armed conflicts: a systematic review. Scand J Trauma Resusc Emerg Med. 2024;32:125. DOI: 10.1186/s13049-024-01299-7. PMID: 39633489.

3. Guryev SO, Kushnir VA, Lisun DM, Panasenko SI, Solovyov OS. Modern combat injuries of the extremities. The first report: clinical and anatomical structure and structure of injury combinations. The Ukrainian Journal of Clinical Surgery. DOI: 10.26779/2786-832X.2023.4.31.

4. Campbell EA, Wilbert CD. Foreign body imaging. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025. PMID: 29262105.

5. Tahmasebi M, Zareizadeh H, Motamedfar A. Accuracy of ultrasonography in detecting radiolucent soft-tissue foreign bodies. Indian J Radiol Imaging. 2014;24(2):196-200. PMID: 25024533.

6. Tantray MD, Rather A, Manaan Q, Andleeb I, Mohammad M, Gull Y. Role of ultrasound in detection of radiolucent foreign bodies in extremities. Strategies Trauma Limb Reconstr. 2018;13(2):81-5. DOI: 10.1007/s11751-018-0308-z. PMID:29426979.

7. Whittle C, González P, Horvath E, Niedmann JP, Baldassare G, Seguel S, Mackinnon J. [Detection and characterization by ultrasonography of soft tissue foreign bodies]. Rev Med Chil. 2000;128(4):419-24. PMID:10962860. [In Spanish].

8. Boyse TD, Fessell DP, Jacobson JA, Lin J, van Holsbeeck MT, Hayes CW. US of soft-tissue foreign bodies and associated complications with surgical correlation. Radiographics. 2001;21(5):1251-6. DOI: 10.1148/radiographics.21.5.g01se271251. PMID:11553831.

9. Joint Trauma System Clinical Practice Guideline (JTS CPG) No.24: Infection Prevention in Combat-related Injuries. Joint Trauma System; 2021. Available at: https://tccc.org.ua/files/downloads/infection-prevention-in-combat-related-injuries-cpg-en.pdf

ISSN print 2414-4495, ISSN online 2710-1444, https://msz.knmu.edu.ua, msz.journal@knmu.edu.ua

10. Хоменко ІП, Лурін ІА, Усенко ОЮ, Клименко МО, Якимова ТП, Михайлусов РМ, та ін. Вогнепальні поранення м'яких тканин (досвід АТО/ООС). Цимбалюка ВІ. (ред.). Харків: Колегіум; 2020. 400 с.

11. Хорошун ЕМ, Макаров ВВ, Негодуйко ВВ, Михайлов ІФ, Михайлов АІ, Вєрьовкін ІВ. Дослідження сторонніх тіл променевими методами. Медицина невідкладних станів. 2024;20(2):114-17. DOI: 10.22141/2224-0586.20.5.2024.1736.

Polikov H.O.

MINIMALLY INVASIVE REMOVAL OF FOREIGN BODIES UNDER ULTRASOUND GUIDANCE IN PATIENTS WITH GUNSHOT WOUNDS OF THE LIMBS

Background. Gunshot wounds of the extremities remain one of the most common forms of combat trauma, accounting for more than 70% of cases. The presence of foreign bodies in soft tissues increases the risk of local infectious complications. Ultrasound examination demonstrates high sensitivity (97.9%), specificity (85.0–95.0%), and accuracy (>90.0%) in detecting foreign bodies.

Aim. To evaluate the effectiveness of ultrasound-guided removal of foreign bodies from the soft tissues of the extremities in patients with blind combat wounds.

Materials and Methods. The study included 100 patients with blind combat wounds of the soft tissues of the extremities. All patients underwent radiography in two projections and ultrasound examination of the injured area. In all cases, ultrasound was followed by surgical removal of foreign bodies with confirmation of their presence. To objectively assess wound healing dynamics, the Wound Healing Score (WHS) was used. Statistical analysis was performed using Epi Info 8.0 (CDC, USA).

Research Ethics. The study was conducted in accordance with the principles of the World Medical Association Declaration of Helsinki (1964–2024). All patients provided informed consent for treatment. The study design and methods were approved by the Ethics Committee of Kharkiv National Medical University (Protocol No.2 of October 12, 2022).

Results. The mean age of patients was 37 years. Ultrasound examination enabled identification of foreign bodies in 100.0% of patients, with successful removal achieved in 98.0% of cases. In most cases (75.0%), removal was performed through the wound tract without additional incisions; in 23.0% of cases, an additional surgical approach was required. Foreign bodies measuring up to 1 cm predominated (54.9%), with metallic fragments being the most common (70.9%). According to WHS, a statistically significant reduction in wound area and volume, decreased exudation, reduced incidence of necrosis, and active formation of granulation tissue with epithelialization as early as days 3–6 were observed ($p<0.001$).

Conclusions. The use of ultrasound guidance as part of a comprehensive diagnostic and therapeutic approach improves the accuracy of identification and removal of foreign bodies while minimizing tissue trauma.

Keywords: *surgery, combat injury, ultrasound guidance, soft tissue foreign bodies.*

Надійшла 12.12.2025
Прийнята до опублікування 29.03.2026
Опублікована 31.03.2026

Відомості про авторів

Поліков Георгій Олегович – аспірант кафедри хірургії № 1, Харківський національний медичний університет, Україна.

Поштова адреса: ХНМУ, 4, пр. Науки, м. Харків, 61022, Україна.

E-mail: g.polikov8@gmail.com

ORCID: 0000-0001-9232-4667.