

Арозивні кровотечі у поранених з ушкодженнями магістральних судин кінцівок

Ю. Ю. Сіваш^{1,2,B,C,D,E}, Б. М. Коваль^{1,2,A,E,F}

¹Національний військово-медичний клінічний центр «Головний військовий клінічний госпіталь», м. Київ, Україна, ²Національний медичний університет імені О. О. Богомольця, м. Київ, Україна

A – концепція та дизайн дослідження; B – збір даних; C – аналіз та інтерпретація даних; D – написання статті; E – редагування статті; F – остаточне затвердження статті

Ключові слова:

арозивна кровотеча, бойова травма, вакуумна терапія ран, поранення артерій, кровотеча, війна в Україні.

Запорізький
медичний журнал.
2025. Т. 27, № 5(152).
С. 374-381

Бойові поранення магістральних судин кінцівок належать до найскладніших у військово-польовій хірургії. Вони часто супроводжуються великими дефектами м'яких тканин і високим рівнем первинної мікробної контамінації, що значно підвищує ризик ускладнень та ампутацій. Арозивна кровотеча – одне з найнебезпечніших ускладнень після реконструктивних втручань на магістральних судинах, безпосередньо впливає на збереження кінцівки та виживаність пацієнтів, потребує своєчасної профілактики та ефективного хірургічного контролю.

Мета роботи – визначити частоту, фактори ризику та особливості хірургічного лікування арозивних кровотеч у поранених з ушкодженнями магістральних судин кінцівок, а також оцінити роль вакуумної терапії у профілактиці та лікуванні цього ускладнення.

Матеріали і методи. Здійснили ретроспективний аналіз лікування 85 військовослужбовців із бойовими ушкодженнями магістральних судин кінцівок, які перебували на лікуванні у клініці судинної хірургії Національного військово-медичного клінічного центру «Головний військовий клінічний госпіталь» у 2022 році. Вакуумну терапію застосували в усіх випадках (100 %) як складову комплексного хірургічного лікування. Визначили частоту виникнення арозивних кровотеч, їхній зв'язок з інфекційними ускладненнями, час виникнення, методи хірургічного контролю та остаточні результати лікування.

Результати. Арозивні кровотечі зафіксовано у 9 (13 %) пацієнтів, у трьох із них – повторні епізоди (до трьох разів). Ускладнення найчастіше пов'язане з локальною рановою інфекцією (n = 4) та сепсисом (n = 3). Медіана часу виникнення кровотеч становила 18 днів (діапазон – від 6 до 29 днів). Первинна контамінація виявлена у 57 % поранених. У перший тиждень у 74 % випадків домінували грампозитивні мікроорганізми, а на третьому тижні переважали грамнегативні патогени, зокрема *Acinetobacter baumannii* (53 %) та *Pseudomonas aeruginosa* (15 %). Основні методи контролю кровотечі включали аутофенозне протезування (n = 4), алопротезування (n = 2), лігування (n = 2) та ушивання судинної стінки (n = 1). Ампутацію виконано в одного пацієнта. Летальних випадків не було.

Висновки. Арозивні кровотечі залишаються однією з найскладніших проблем під час лікування поранених з ушкодженнями магістральних судин кінцівок, особливо на фоні інфекційних ускладнень і сепсису. Захист судинної стінки від агресивних зовнішніх факторів, своєчасне застосування вакуумної терапії та швидке закриття дефекту м'яких тканин – ключові заходи профілактики арозивних кровотеч.

Keywords:

erosion-related bleeding, combat trauma, negative pressure wound therapy, vascular injury, bleeding, war in Ukraine.

Zaporozhye
Medical Journal.
2025;27(5):374-381

Erosion-related bleeding in combat-related extremity vascular trauma

Iu. Iu. Sivash, B. M. Koval

Combat-related extremity vascular injuries are among the most challenging in military surgery. These injuries are frequently associated with extensive soft-tissue loss and high levels of initial wound contaminations, which significantly increase the risk of erosion-related bleeding and limb loss. Erosion-related bleeding is one of the most dangerous complications following reconstructive procedures on major vessels; it directly affects limb preservation and patient survival, thus necessitating timely prevention and effective surgical control.

The aim of the study was to determine the incidence, risk factors, and features of surgical treatment of erosive bleeding in wounded patients with injuries to major limb vessels, and to assess the role of vacuum therapy in the prevention and management of this complication.

Materials and methods. A retrospective study was conducted on 85 military personnel with combat-related extremity vascular injuries treated at a Role IV military medical facility in Kyiv in 2022. Negative pressure wound therapy (NPWT) was applied in all cases as part of a comprehensive staged surgical treatment protocol. The variables analyzed included the incidence of erosion-related bleeding, its association with infectious complications, timing of hemorrhage onset, microbiological culture results, methods of surgical control, limb salvage, and mortality outcomes.

Results. Erosion-related bleeding occurred in 9 patients (13 %) with recurrent episodes (up to three events) in three cases. The complication was most frequently associated with a localized wound infection (n = 4) and sepsis (n = 3). The median time to onset of erosion-related bleeding was 18 days (range 6–29 days). Primary wound contamination was present in 57 % of patients. During the first week, Gram-positive organisms predominated (74 %), while by the third week, Gram-negative pathogens became dominant, primarily *Acinetobacter baumannii* (53 %) and *Pseudomonas aeruginosa* (15 %). Hemorrhage control techniques included

autogenous vein grafts (n = 4), allograft replacements (n = 2), vessel ligations (n = 2), and vessel wall repair (n = 1). A secondary amputation was required in one patient, and no deaths were recorded. NPWT was used both before and after bleeding episodes to optimize wound conditions and prepare for definitive soft-tissue coverage.

Conclusions. Erosion-related bleeding remains a significant challenge in the management of combat-related extremity vascular injuries, especially in the presence of severe infection and sepsis. Key preventive measures include protecting vascular repairs from mechanical trauma and desiccation, early and appropriate use of NPWT, and timely definitive soft-tissue coverage.

Пошкодження магістральних судин кінцівок становлять 12–14 % у структурі сучасної бойової травми. Їхня частота зростає через використання високоенергетичної зброї (FPV-дрони, вибухові пристрої), а також відповідних засобів індивідуального захисту (бронежилети, кевларові елементи балістичного захисту) [1,2,3].

Попри значний прогрес у системі надання медичної допомоги пораненим завдяки застосуванню турнікетів, гемостатичних засобів, ранній гемотрансфузії, стратегії damage control surgery (DCS), реконструктивним оперативним втручанням на судинах, результати лікування таких поранень залишаються незадовільними [4,5]. Досвід військових конфліктів в Іраку та Афганістані свідчить: ампутації при пораненнях магістральних судин виконано у 12–18 % випадків, а летальність досягала 8–10 % навіть у спеціалізованих центрах [1,2]. Тяжка інфекція істотно погіршувала прогноз: ризик ампутації подвоювався, а арозивні кровотечі виникали у 4–6 % пацієнтів [6,7].

В умовах війни в Україні частота арозивних кровотеч зросла через активне застосування FPV-дронів, вибухових пристроїв, затримку евакуації внаслідок несприятливих тактичних умов, а також поширення мультирезистентної флори. Такі поранення часто супроводжуються переломами кісток, масивними дефектами м'яких тканин і високим рівнем мікробної контамінації [7,8] (рис. 1). Недостатність життєздатних тканин для закриття зони судинної реконструкції призводить до пересихання та механічного пошкодження судинної стінки. Це спричиняє розвиток арозивної кровотечі – ускладнення, що нерідко завершується ампутацією кінцівки або навіть смертю пацієнта.

Вакуумна терапія (BT) нині є одним зі стандартів лікування складних вогнепальних ран [9,10]. Вона знижує бактеріальне навантаження, стимулює очищення рани та формування грануляційної тканини, створюючи оптимальні умови для остаточного закриття дефектів [11,12,13]. Разом із тим, безпечність BT у пацієнтів, які потребують реконструкції магістральних судин, залишається дискусійним питанням через потенційний вплив негативного тиску на судинну стінку та зону анастомозу [14,15,16]. Клінічні настанови з ведення бойової травми кінцівок не містять чітких рекомендацій щодо профілактики та лікування арозивних кровотеч, а більшість публікацій обмежується описами клінічних випадків. Це обґрунтовує актуальність вивчення порушеної проблеми в умовах сучасної війни.

Мета роботи

Визначити частоту, фактори ризику та особливості хірургічного лікування арозивних кровотеч у поранених з ушкодженнями магістральних судин кінцівок, а також оцінити роль вакуумної терапії у профілактиці та лікуванні цього ускладнення.

Матеріали і методи дослідження

Здійснили одноцентрове ретроспективне когортне дослідження у клініці судинної хірургії НВМКЦ «Головний військово-медичний клінічний госпіталь» (м. Київ) – закладі IV рівня медичного забезпечення (PM3). Період спостереження – з лютого (від початку повномасштабного вторгнення) до грудня 2022 року.

Контингент дослідження – 85 військовослужбовців із бойовою травмою магістральних судин кінцівок. У 69 із них дефекти м'яких тканин і відсутність умов для одномоментного закриття судинно-нервового пучка стали причиною застосування BT. У межах цього дослідження проаналізовано тільки випадки арозивної кровотечі, що виникли після оперативних втручань на магістральних судинах кінцівок.

Критерії залучення – бойові поранення магістральних артерій / вен верхніх або нижніх кінцівок, виконане оперативне втручання на магістральних судинах кінцівок (II–IV PM3), дефект м'яких тканин у зоні реконструкції, розвиток арозивної кровотечі у післяопераційному періоді, застосування BT у лікуванні на IV PM3.

Критерії виключення – первинні ампутації, виконані на попередніх PM3; кровотечі, не пов'язані з судинним втручанням; поранення давністю понад 4 тижні, що ускладнились формуванням псевдоаневризми або артеріовенозної фістули.

Відомо, що арозивна кровотеча – клінічно значуща післяопераційна кровотеча з ділянки судинної стінки або анастомозу, зумовлена порушенням цілісності останньої на фоні гнійно-некротичних змін у навколишніх тканинах і така, що потребувала невідкладного оперативного втручання.

Первинною кінцевою точкою є частота арозивних кровотеч. Вторинні кінцеві точки – фактори ризику, часові профілі виникнення, мікробіологія рани / крові, методи хірургічного гемостазу, спосіб остаточного закриття дефекту, кількість перев'язок / операцій, тривалість госпіталізації.

Вакуумну терапію застосовували за клінічними показаннями, використовуючи портативну систему негативного тиску HemaDyne XLR8. Для зменшення ризику механічного ушкодження, захисту судинної стінки / анастомозу накладено двошарову пов'язку з підтриманням постійного негативного тиску в межах 70–80 мм рт. ст. Внутрішній шар пов'язки – неадгезивний матеріал (полівінілалкогольна губка або силіконова мембрана), а зовнішній – поліуретанова губка (для дренажування). Пов'язки замінювали кожні 72–96 годин. Послідовність накладання двошарової пов'язки наведено на рис. 2.

Статистично цифровий матеріал опрацьовано за допомогою програмного забезпечення MedStat 5.2. Для опису кількісних даних використано середнє арифметичне (M), стандартне відхилення (SD) та медіану (Me);



Рис. 1. Мінно-вибухове поранення плеча з масивним дефектом м'яких тканин. Труднощі закриття плечової артерії (позначена стрілкою) створює ризики арозивної кровотечі.

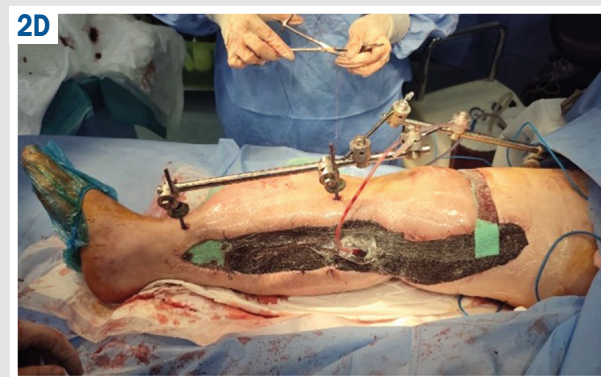
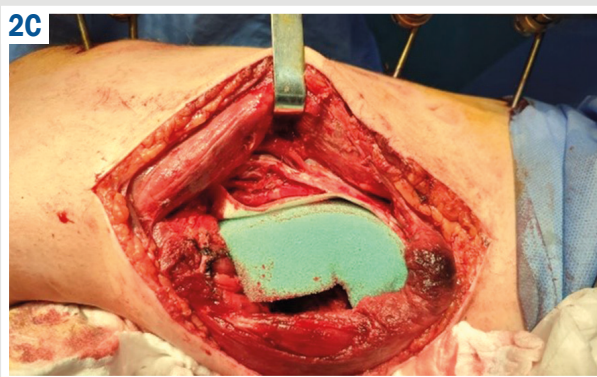
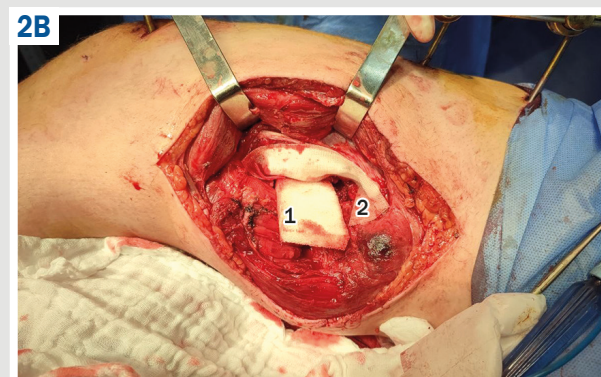
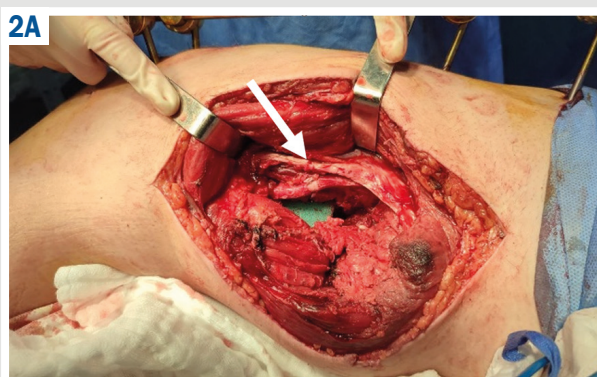


Рис. 2. Двошарова вакуумна пов'язка при бойовій травмі судин стегна. **А:** стрілкою показано відновлену поверхневу стегнову артерію; **Б:** спочатку поліінілову губку (1) разом із силіконовою сіткою (2) укладено над зоною протезування; **В:** встановлено зовнішній шар із поліуретанової губки; **Г:** накладена двошарова пов'язка для ВТ з тиском 70–80 мм рт. ст.

для якісних даних – абсолютні числа (n) та відсотки (%). Нормальність розподілу даних не перевіряли, порівняльний аналіз не виконували, оскільки дослідження мало описовий характер.

Результати

Серед 85 військовослужбовців із бойовими пораненнями магістральних судин кінцівок арозивні кровотечі виникли у 9 (13 %) пацієнтів. Усі випадки (100 %) зумовлені мінно-вибуховою травмою. Середній вік поранених – 30,9 року.

Найчастіше були уражені поверхнева стегнова артерія – 44,4 % (n = 4) випадків, загальна стегнова – 33,3 % (n = 2), плечова артерія – 22,3 % (n = 2). Поєднані ушкодження артерій і вен виявлено у 55,5 % випадків. У

44,4 % пацієнтів (n = 4) судинні поранення діагностовано на фоні переломів кісток кінцівок.

На II–III РМЗ у двох випадках виконано лігування пошкоджених судин, у п'яти пацієнтів – тимчасове шунтування в межах тактики DCS. Після стабілізації стану для відновлення магістрального кровотоку у тих самих лікарняних закладах виконано реконструктивні втручання: у 7 пацієнтів – автовенозне протезування, у 2 поранених – ePTFE-протезування.

Під час первинного бактеріологічного дослідження на IV РМЗ мікробна контамінація вогнепальної рани виявлена у 100 % пацієнтів. Найбільш поширені збудники – *Klebsiella* spp. (66,7 %) та *Acinetobacter* spp. (33,3 %). Антибіотикотерапію призначено всім пацієнтам відповідно до результатів бактеріологічного дослідження з ран і визначення чутливості до медичних препаратів.

Середній термін виникнення арозивних кровотеч становив 18 діб (діапазон – від 6 до 29 діб). Встановлено два періоди підвищеного ризику (рис. 3):

1. Ранній період (7–10 день) зумовлений неможливістю повноцінного закриття судинно-нервового пучка та безпосереднім механічним впливом на судинну стінку;

2. Основний період ризику (18–30 день) корелює з розвитком гнійно-некротичних змін у рані, системною інфекцією та ушкодженням судинної стінки, що прогресує.

У 77,8 % (7 із 9) випадків арозивні кровотечі виникли на фоні інфекційних ускладнень: сепсису – у 3 (33,3 %) пацієнтів, локальної інфекції в зоні реконструкції – у 4 (44,4 %). Ці дані підтверджують важливу роль інфекційного процесу у формуванні арозивного пошкодження судинної стінки. Рецидиви кровотеч виявлено у двох пацієнтів, й у двох випадках повторні епізоди траплялися тричі. Джерелом кровотечі найчастіше була зона анастомозу (7 випадків), рідше – автовенозна стінка (2 випадки) (табл. 1). У всіх випадках досягнуто хірургічного контролю кровотечі (табл. 2).

Найчастіше виконували автовенозне протезування з формуванням анастомозів поза зоною пошкодження та інфікування (рис. 4).

ВТ застосовували у складі комплексного лікування після радикальної хірургічної обробки рани. Мета ВТ полягала у тимчасовому закритті ранового дефекту в ділянці судинно-нервового пучка та підготовці її до закриття. Середня кількість сеансів під час використання ВТ – 6–7; це майже вдвічі більше, ніж у групі без цього ускладнення (2–3 сеанси).

Остаточне закриття ран здійснено шляхом первинного натягу – 44,4 %, дерматопластики розщепленими шкірними клаптями – 44,4 %, а в одному випадку (11,2 %) використано ротаційний клапоть *m. gracilis*.

Пацієнти з арозивними кровотечами мали значно триваліший термін госпіталізації ($54,4 \pm 26,9$ проти $29,1 \pm 11,2$ доби), в них визначено більшу частоту інфекційних ускладнень (100 % проти 57 %), а також вони потребували складніших оперативних втручань.

У цій групі не зафіксовано летальні наслідки та випадки вторинних ампутацій. Узагальнені дані наведено в таблиці 3.

Обговорення

Арозивні кровотечі залишаються одним із найнебезпечніших ускладнень лікування бойової травми магістральних судин кінцівок. Це пов'язано зі значними технічними труднощами хірургічного лікування, загрозою втрати кінцівки та високим ризиком летальності.

У нашому дослідженні частота арозивних кровотеч становила 13 %, що суттєво перевищує дані, які зафіксовані під час військових конфліктів в Іраку та Афганістані (4–6 %) [1,5]. За даними Е. Şişli et al., А. Âlgâ et al., під час бойових дій у Сирії частота вторинних кровотеч у групі пацієнтів, де застосовували ВТ, сягала 40 % [17,18]. Сумарне порівняння даних наукової літератури та наших результатів наведено на рис. 5.

Різницю за частотою арозивних кровотеч пояснюємо поєднанням таких факторів: тяжкістю отриманих

Таблиця 1. Джерела арозивних кровотеч (n = 13)

Джерело арозивної кровотечі	Кількість епізодів, n (%)
Стінка автовени	2 (15,4)
Зона анастомозу між веною та артерією	9 (69,2)
Зона анастомозу між артерією та ePTFE-протезом	2 (15,4)
Загалом	13 (100,0)

Таблиця 2. Менеджмент арозивних кровотеч на IV РМЗ (n = 9)

Оперативне втручання	Кількість епізодів, n (%)
Автовенозне протезування	4 (44,4)
Протезування синтетичним протезом (ePTFE)	2 (22,2)
Лігування судини	2 (22,2)
Ушивання дефекту в судинній стінці	1 (11,1)
Загалом	9 (100,0)

Таблиця 3. Характерні особливості груп пацієнтів з арозивною кровотечею та без неї, у котрих ВТ застосовували у комплексному хірургічному лікуванні (n = 85)

Показник	Пацієнти з арозивною кровотечею, n = 9	Пацієнти без арозивної кровотечі, n = 76
Механізм ураження		
Мінно-вибухова травма	9 (100,0 %)	54 (71,0 %)
Кульові поранення	0 (0,0 %)	17 (23,0 %)
Локалізація		
Стегнова артерія	4 (44,4 %)	16 (23,2 %)
Плечова артерія	2 (22,2 %)	23 (33,3 %)
Первинна мікробна контамінація	9 (100,0 %)	43 (56,5 %)
<i>Acinetobacter spp.</i>	3 (33,3 %)	13 (17,4 %)
<i>Klebsiella spp.</i>	5 (55,6 %)	23 (30,4 %)
Інфекційні ускладнення		
Сепсис	3 (33,3 %)	0 (0,0 %)
Локальна інфекція	4 (44,4 %)	0 (0,0 %)
Застосування тимчасового шунтування на II–III РМЗ	5 (55,5 %)	11 (14,5 %)
Середня кількість сеансів ВТ	6–7	2–3
Методи закриття рани		
Первинним натягом	4 (44,4 %)	57 (75,4 %)
Дерматопластика	4 (44,4 %)	13 (17,4 %)
Пластичні методики	1 (11,2 %)	3 (4,3 %)
Середня тривалість госпіталізації, доби (M ± SD)	$54,4 \pm 26,9$	$29,1 \pm 11,2$

поранень (у 52 % випадків вони супроводжувалися вогнепальними переломами, в 11 % – ушкодженнями магістральних судин); надмірним негативним тиском (125 мм рт. ст.) під час виконання ВТ без використання захисних елементів для судинної стінки, що підвищувало ризик її механічного пошкодження; мультирезистентністю госпітальної флори; обмеженістю ресурсів.

Дослідження А. Âlgâ et al. здійснене у лікарнях в Іраку та Йорданії, куди евакуювали пацієнтів із Сирії. Затримки транспортування поранених, дефіцит сучасних матеріалів і можливостей для пластичного закриття ран були одним із чинників високої частоти кровотеч.

За даними Є. В. Шапринського, В. М. Липканя, серед 306 поранених українських військовослужбовців, котрі у 2022–2024 рр. перенесли травматичні ампутації нижніх кінцівок, арозивні кровотечі в ранньому післяопера-

3

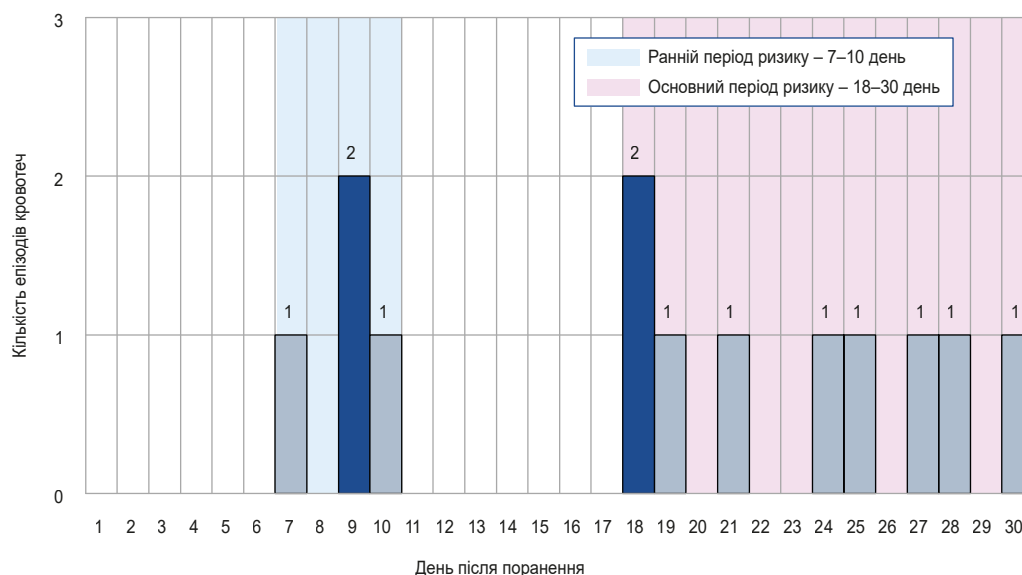


Рис. 3. Динаміка арозивних кровотеч у поранених із бойовою травмою судин під час лікування на IV PM3.

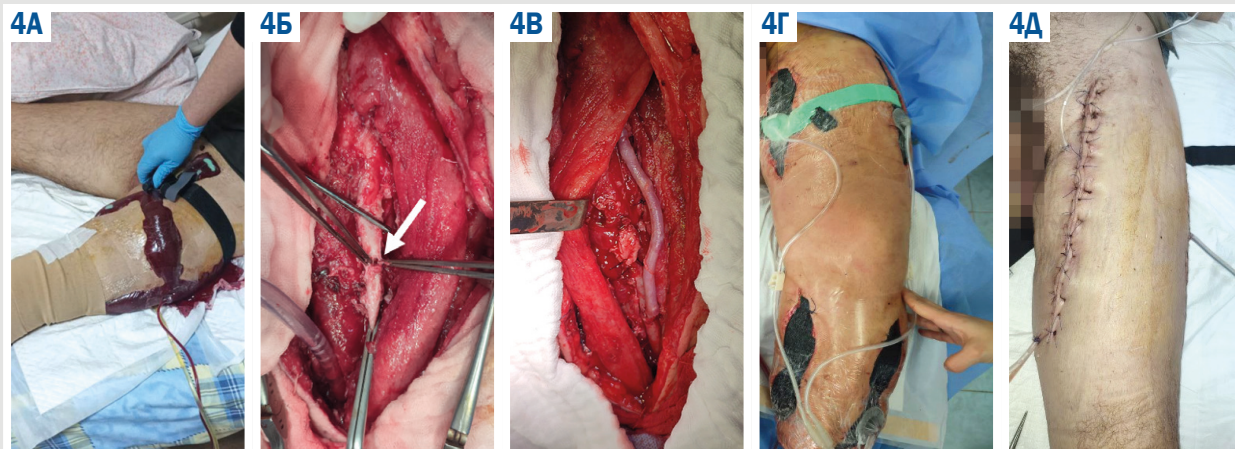


Рис. 4. Клінічний випадок арозивної кровотечі у пацієнта з бойовою травмою стегнової артерії. А: арозивна кровотеча на 18 добу після поранення; Б: стрілкою позначено джерело кровотечі в ділянці судинного анастомозу; В: відновлення кровотоку шляхом автовенозного протезування стегнової артерії з формуванням анастомозів поза зоною інфікування та укріптям автовенозної вставки *m. sartorius*; Г: застосування двошарової вакуумної пов'язки у постійному режимі з тиском 70–80 мм рт. ст.; Д: вигляд рани на 36 добу лікування після серії сеансів БТ і повторних хірургічних обробок.

5

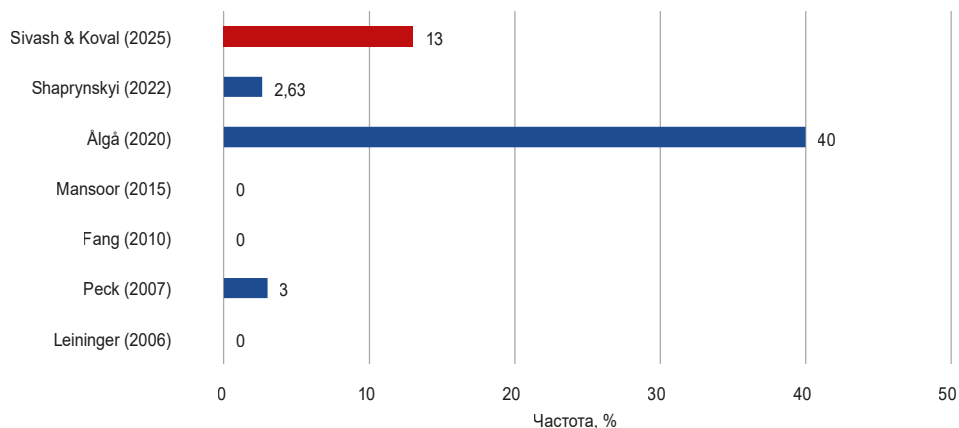


Рис. 5. Частота арозивних кровотеч після хірургічного лікування бойової травми судин кінцівок (відомості фахової літератури та результати власного дослідження).

ційному періоді зафіксовано у 8 (2,6 %) випадках [19]. Локальну інфекцію, а саме нагноєння на час госпіталізації, діагностовано у 22,1 % випадків, а ВТ проводили в імпульсному режимі з негативним тиском не нижче ніж 125 мм рт. ст.

Отже, під час нашого дослідження зафіксовано частоту арозивних кровотеч, що відповідає діапазону, описаному у фаховій літературі (2,6–40,0 %, рис. 5). На підставі цього підтверджено, що розвиток ускладнень визначається трьома ключовими чинниками: тяжкістю бойової травми, рівнем мікробної контамінації та особливостями / якістю надання хірургічної допомоги.

У когорті дослідження, що здійснили, визначено домінування мінно-вибухової травми, що у 50 % випадків поєднана з переломами трубчастих кісток. Це суттєво відрізняється від досвіду, що отриманий під час військових конфліктів в Іраку та Афганістану, де найчастішими механізмами були кульові поранення й uszkodження від саморобних вибухових пристроїв [2, 14, 15].

Тимчасового судинного шунтування в рамках концепції DCS потребували 55 % пацієнтів з арозивними кровотечами. Ці дані підтверджують тяжкість бойової травми [18, 20].

Як додаткові фактори ризику визначено застосування реактивних систем залпового вогню, мінометів та FPV-дронів, затримку евакуації через тактичну обстановку, тривале, а іноді й неконтрольоване використання турнікетів. Відомо, що тривала ішемія призводить до некротичних змін у тканинах кінцівки та створює умови для розвитку інфекції – одного з провідних чинників формування арозивних кровотеч [21, 22].

Одну з ключових ролей у розвитку арозивних кровотеч відігравала інфекція: у 77,8 % випадків кровотечі виникли на фоні сепсису чи локальної інфекції. Первинна мікробна контамінація ран у цій групі становила 100 % випадків, а серед пацієнтів без кровотеч – 57 %. Найчастіше виявляли мультирезистентні госпітальні збудники: *Acinetobacter* spp. (33,3 %) та *Klebsiella* spp. (55,6 %). Зіставну структуру мікрофлори описано у працях, що присвячені дослідженню бойових травм під час війни в Афганістані та Іраку [23, 24].

Розрізняли два критичних періоди розвитку арозивних кровотеч: ранній (7–10 доба), що, ймовірно, пов'язаний із механічним uszkodженням судини через відсутність тканинного укриття анастомозу та вплив негативного тиску; основний (18–30 доба), який асоційований із інфекційним процесом, що прогресує, та деструкцією судинної стінки. Зіставні часові інтервали наведено у дослідженнях, що присвячені застосуванню ВТ у судинній хірургії мирного часу. Ці дані свідчать про універсальність визначених патогенетичних механізмів [25, 26].

Використання двошарової вакуумної пов'язки з внутрішнім полівінілалкогольним або колагеновим шаром забезпечувало надійний захист анастомозу від механічної травматизації та сприяло контролю інфекційного процесу. Такий підхід відповідає сучасним клінічним рекомендаціям [27, 28, 29]. Середня кількість сеансів ВТ у пацієнтів із кровотечами вдвічі більша, ніж у групі без ускладнень (6–7 проти 2–3). Ці результати збігаються з даними фахової літератури щодо складності лікування тяжких інфікованих ран [27, 30].

Попри високу частоту ускладнень, вдалося зберегти кінцівки в усіх пацієнтів. Це стало можливим завдяки комплексному підходу, що передбачав радикальну хірургічну обробку ран із видаленням усіх нежиттєздатних тканин; застосування ВТ із чітким дотриманням безпечного режиму негативного тиску (70–80 мм рт. ст., заміна пов'язок кожні 3–4 доби); захист судинної стінки й анастомозу (силіконовий захисний бар'єр і полівінілова губка); раннє закриття дефектів у зоні судинно-нервового пучка усіма доступними методами; раціональну антибіотикотерапію.

Разом із тим, тривалість госпіталізації у групі з арозивними кровотечами майже вдвічі більша, ніж у пацієнтів без цього ускладнення ($54,4 \pm 26,9$ доби проти $29,1 \pm 11,2$ доби), що свідчить про істотний вплив ускладнень на процес відновлення та ресурси системи охорони здоров'я.

Висновки

1. Арозивні кровотечі виникли у 13 % пацієнтів із бойовими пораненнями магістральних судин кінцівок, що перевищує показники, зафіксовані під час попередніх військових конфліктів.

2. Основні фактори ризику: мінно-вибухова травма, переломи трубчастих кісток, первинна мікробна контамінація, локальні та системні інфекційні ускладнення.

3. Визначено два піки розвитку арозивних кровотеч: ранній (7–10 доба), що пов'язаний із механічними факторами, та основний (18–30 доба), зумовлений інфекційними процесами.

4. Використання двошарової вакуумної пов'язки забезпечує захист судинної стінки та зони анастомозу, зменшує мікробне навантаження та створює оптимальні умови для пластичного закриття ран.

5. Комплексний підхід (радикальна хірургічна обробка, ВТ, раннє пластичне закриття, раціональна антибіотикотерапія) дає змогу зберегти кінцівку й запобігти летальності, але потребує стандартизації та інтеграції у протоколи військової медицини.

Перспективи подальших досліджень. Профілактика арозивних кровотеч повинна стати пріоритетним напрямом у лікуванні бойової травми магістральних судин кінцівок. Удосконалення стандартів надання допомоги має включати визначення оптимальних режимів ВТ, застосування надійних методів захисту анастомозів і судинної стінки від негативного тиску, впровадження алгоритмів профілактики та раннього виявлення інфекційних ускладнень. Створення уніфікованих протоколів сприятиме істотному зниженню ризику ускладнень і покращенню результатів лікування поранених в умовах війни.

Обмеження дослідження

Дослідження має певні обмеження, як-от невелика вибірка, ретроспективний характер та одноцентровий дизайн; крім того, не здійснювали віддалене спостереження за пацієнтами. Попри це, воно є першим в Україні, де описано специфіку арозивних кровотеч при бойовій травмі судин кінцівок, визначає ключові фактори ризику та підходи до профілактики й лікування в умовах сучасної війни.

Етичне схвалення

Протокол дослідження розглянуто та схвалено Комісією з питань біоетичної експертизи та етики наукових досліджень Національного медичного університету імені О. О. Богомольця (протокол від 26.05.2025 р. № 195).

Фінансування

Дослідження здійснено без фінансової підтримки.

Конфлікт інтересів: відсутній.

Conflicts of interest: authors have no conflict of interest to declare.

Надійшла до редакції / Received: 11.08.2025

Після доопрацювання / Revised: 26.09.2025

Схвалено до друку / Accepted: 03.10.2025

Відомості про авторів:

Сиваш Ю. Ю., майор медичної служби, ординатор клініки судинної хірургії, Національний військово-медичний клінічний центр «Головний військовий клінічний госпіталь», м. Київ; аспірант каф. хірургії з курсом невідкладної та судинної хірургії, Національний медичний університет імені О. О. Богомольця, м. Київ, Україна.

ORCID ID: 0000-0002-7956-6378

Коваль Б. М., канд. мед. наук, доцент, лікар-хірург клініки судинної хірургії, Національний військово-медичний клінічний центр «Головний військовий клінічний госпіталь», м. Київ; каф. хірургії з курсом невідкладної та судинної хірургії, Національний медичний університет імені О. О. Богомольця, м. Київ, Україна.

ORCID ID: 0000-0003-0166-8603

Information about the authors:

Sivash Yu. Iu., MD, Major of the Medical Service, vascular surgeon, National Military Medical Clinical Center "Main Military Clinical Hospital", Kyiv; PhD student at the Department of Surgery with a Course in Emergency and Vascular Surgery, Bohomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine.

Koval B. M., MD, PhD, Associate Professor, Vascular Surgeon, National Military Medical Clinical Center "Main Military Clinical Hospital", Kyiv; Department of Surgery with a Course in Emergency and Vascular Surgery, Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine.



Юрій Сиваш (Iurii Sivash)
y.sivash@gmail.com

References

- White JM, Stannard A, Burkhardt GE, Eastridge BJ, Blackburn LH, Rasmussen TE. The epidemiology of vascular injury in the wars in Iraq and Afghanistan. *Ann Surg.* 2011;253(6):1184-9. doi: 10.1097/SLA.0b013e31820752e3
- Chandler H, MacLeod K, Penn-Barwell JG, Bennett PM, Fries CA, Kendrew JM, et al. Extremity injuries sustained by the UK military in the Iraq and Afghanistan conflicts: 2003-2014. *Injury.* 2017;48(7):1439-43. doi: 10.1016/j.injury.2017.05.022
- Ran Y, Mitchnik I, Gendler S, Avital G, Radomislensky I, Bodas M, et al. Isolated limb fractures – the underestimated injury in the Israeli Defense Forces (IDF). *Injury.* 2023;54(2):490-6. doi: 10.1016/j.injury.2022.11.014
- Klausner MJ, McKay JT, Beberta VS, Naylor JF, Fisher AD, Isherwood KD, et al. Warfighter Personal Protective Equipment and Combat Wounds. *Med J (Ft Sam Houston Tex).* 2021;(PB 8-21-04/05/06):72-7.
- Brown KV, Ramasamy A, Tai N, MacLeod J, Midwinter M, Clasper JC. Complications of extremity vascular injuries in conflict. *J Trauma.* 2009;66(4 Suppl):S145-9. doi: 10.1097/TA.0b013e31819cdd82
- Clouse WD, Rasmussen TE, Peck MA, Eliason JL, Cox MW, Bowsen AN, et al. In-theater management of vascular injury: 2 years of the Balad Vascular Registry. *J Am Coll Surg.* 2007;204(4):625-32. doi: 10.1016/j.jamcollsurg.2007.01.040
- Hinck D, Franke A, Gatzka F. Use of vacuum-assisted closure negative pressure wound therapy in combat-related injuries. *Mil Med.* 2010;175(3):173-81. doi: 10.7205/MILMED-D-09-00075
- Maurya S, Bhandari PS. Negative pressure wound therapy in the management of combat wounds: a critical review. *Adv Wound Care.* 2016;5(9):379-89. doi: 10.1089/wound.2014.0624
- Zarutskiy Y, Aslanyan S, Kravchenko K, Vovk M, Honcharuk V. The use of negative pressure vacuum therapy in the treatment of soft-tissue defects in thoracic injury. *Nor J Dev Int Sci.* 2021;59:17-23. doi: 10.24412/3453-9875-2021-59-1-17-23
- Joint trauma system clinical practice guideline. War wounds: debridement and irrigation (CPG ID:31). 2021 Sep 21. Available from: https://jts.health.mil/assets/docs/cpgs/War_Wounds_Debridement_and_Irrigation_27_Sep_2021_ID31.pdf
- Zarutskiy Y, Aslanyan S, Plis I, Kompaniets A, Goncharuk V. Application of NPWT in the surgical treatment of wounds and injuries of various locations: case series. *Negat Press Ther J.* 2018;5(3):10-3. doi: 10.18487/nptj.v5i3.44
- Strilka RJ, Gavitt BJ, Proctor M, Klein AA, Anderson MO. Critical care air transport clinical practice guideline (CCATT CPG): negative pressure wound therapy during critical care air transport. 2025 Feb 26. Available from: https://jts.health.mil/assets/docs/cpgs/NPWT_CCATT_26_Feb_2025.pdf
- Huang C, Leavitt T, Bayer LR, Orgill DP. Effect of negative pressure wound therapy on wound healing. *Curr Probl Surg.* 2014;51(7):301-31. doi: 10.1067/j.cpsurg.2014.04.001
- Eskridge SL, Macera CA, Galarneau MR, Holbrook TL, Woodruff SI, MacGregor AJ, et al. Injuries from combat explosions in Iraq: injury type, location, and severity. *Injury.* 2012;43(10):1678-82. doi: 10.1016/j.injury.2012.05.027
- Fox LC, Kreishman MP. High-Energy trauma and damage control in the lower limb. *Semin Plast Surg.* 2010;24(1):5-10. doi: 10.1055/s-0030-1253241
- Khorram-Manesh A, Goniewicz K, Burkle FM, Robinson Y. Review of Military Casualties in Modern Conflicts-The Re-emergence of Casualties From Armored Warfare. *Mil Med.* 2022;187(3-4):e313-21. doi: 10.1093/milmed/usab108
- Şişli E, Kavala AA, Mavi M, Sarıosmanoğlu ON, Oto Ö. Single centre experience of combat-related vascular injury in victims of Syrian conflict: Retrospective evaluation of risk factors associated with amputation. *Injury.* 2016;47(9):1945-50. doi: 10.1016/j.injury.2016.03.030
- Algá A, Hawezy R, Bashairah K, Wong S, Lundgren KC, von Schreeb J, et al. Negative pressure wound therapy versus standard treatment in patients with acute conflict-related extremity wounds: a pragmatic, multisite, randomised controlled trial. *Lancet Glob Health.* 2020;8(3):e423-9. doi: 10.1016/S2214-109X(19)30547-9
- Shaprynskiy YV, Lypkan VM. [Treatment of traumatic amputations of lower extremities due to explosive trauma]. *Kharkiv Surgical School.* 2025;0(2):183-90. doi: 10.37699/2308-7005.2.2025.30
- Fox CJ, Gillespie DL, O'Donnell SD, Rasmussen TE, Goff JM, Johnson CA, et al. Contemporary management of wartime vascular trauma. *J Vasc Surg.* 2005;41(4):638-44. doi: 10.1016/j.jvs.2005.01.010
- Kragh JF Jr, Walters TJ, Baer DG, Fox CJ, Wade CE, Salinas J, Holcomb JB. Survival with emergency tourniquet use to stop bleeding in major limb trauma. *Ann Surg.* 2009;249(1):1-7. doi: 10.1097/SLA.0b013e31818842ba
- Xacur-Trabulce A, Casas-Fuentes G, Ruiz-Vasconcelos V, Reitz MM, Henry SM, Scalea TM, Ribeiro MAF Jr. Tourniquet-related complications in extremity injuries: a scoping review of the literature. *World J Emerg Surg.* 2025;20(1):57. doi: 10.1186/s13017-025-00625-3
- Tribble DR, Conger NG, Fraser S, Gleeson TD, Wilkins K, Antonille T, et al. Infection-associated clinical outcomes in hospitalized medical evacuees after traumatic injury: trauma infectious disease outcome study. *J Trauma.* 2011;71(1 Suppl):S33-42. doi: 10.1097/TA.0b013e318221162e
- Murray CK, Hsu JR, Solomkin JS, Keeling JJ, Andersen RC, Ficke JR, Calhoun JH. Prevention and management of infections associated with combat-related extremity injuries. *J Trauma.* 2008;64(3 Suppl):S239-51. doi: 10.1097/TA.0b013e31818163cd14
- Hunter JE, Teot L, Horch R, Banwell PE. Evidence-based medicine: vacuum-assisted closure in wound care management. *Int Wound J.* 2007;4(3):256-69. doi: 10.1111/j.1742-481X.2007.00361.x
- Stannard JP, Volgas DA, Stewart R, McGwin G Jr, Alonso JE. Negative pressure wound therapy after severe open fractures: a prospective randomized study. *J Orthop Trauma.* 2009;23(8):552-7. doi: 10.1097/BOT.0b013e3181a2e2b6
- Dosluoglu HH, Loghmanee C, Lall P, Cherr GS, Harris LM, Dryski ML. Management of early (<30 day) vascular groin infections using vacuum-assisted closure alone without muscle flap coverage in a consecutive patient series. *J Vasc Surg.* 2010;51(5):1160-6. doi: 10.1016/j.jvs.2009.11.053

28. Chakfé N, Diener H, Lejay A, Assadian O, Berard X, Caillon J, et al. European Society for Vascular Surgery (ESVS) 2020 clinical practice guidelines on the management of vascular graft and endograft infections. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2020;59(3):339-84. doi: [10.1016/j.ejvs.2019.10.016](https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2019.10.016)
29. Krug E, Berg L, Lee C, Hudson D, Birke-Sorensen H, Depoorter M, et al. Evidence-based recommendations for the use of Negative Pressure Wound Therapy in traumatic wounds and reconstructive surgery: steps towards an international consensus. *Injury.* 2011;42 Suppl 1:S1-12. doi: [10.1016/S0020-1383\(11\)00041-6](https://doi.org/10.1016/S0020-1383(11)00041-6)
30. Matatov T, Reddy KN, Doucet LD, Zhao CX, Zhang WW. Experience with a new negative pressure incision management system in prevention of groin wound infection in vascular surgery patients. *J Vasc Surg.* 2013;57(3):791-5. doi: [10.1016/j.jvs.2012.09.037](https://doi.org/10.1016/j.jvs.2012.09.037)