

© 2026 by the author(s).

This work is licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International License
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Як цитувати статтю: Sivash Iu, Gumeniuk K. Clinical outcomes and an algorithm for soft-tissue coverage after arterial reconstruction in combat-related extremity vascular injuries. *East Ukr Med J.* 2026;14(2):574-583. DOI: [https://doi.org/10.21272/eumj.2026;14\(2\);574-583](https://doi.org/10.21272/eumj.2026;14(2);574-583)

ABSTRACT

Iurii Sivash^{1,2}

<https://orcid.org/0000-0002-7956-6378>

Kostyantyn Gumeniuk^{1,3}

<https://orcid.org/0000-0001-8892-4061>

¹National Military Medical Clinical Center “Main Military Clinical Hospital”, Kyiv, Ukraine;

²Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine;

³Medical Forces Command of the Armed Forces of Ukraine, Kyiv, Ukraine

CLINICAL OUTCOMES AND AN ALGORITHM FOR SOFT-TISSUE COVERAGE AFTER ARTERIAL RECONSTRUCTION IN COMBAT-RELATED EXTREMITY VASCULAR INJURIES

Introduction. Extremity vascular injuries represent one of the most challenging forms of combat trauma due to the combination of acute limb ischemia, extensive soft-tissue destruction, and a high risk of infectious and hemorrhagic complications. Adequate soft-tissue coverage of the arterial reconstruction zone is therefore a critical factor in preventing postoperative complications. However, clear criteria for selecting the optimal reconstructive strategy remain insufficiently defined.

Objective. To evaluate the clinical outcomes of different methods of soft-tissue defect closure in the area of arterial reconstruction after combat vascular trauma and to develop an algorithm for selecting the optimal coverage strategy based on defect size and the risk of postoperative complications.

Methods. A retrospective analysis was performed on 85 servicemen with combat-related injuries to major extremity vessels treated at the Clinic of Vascular Surgery of the National Military Medical Clinical Center “Main Military Clinical Hospital” (Kyiv) in 2022. NPWT was used in 69 patients (81.2%) as a preparatory stage before definitive wound closure. Definitive closure techniques included primary closure, split-thickness skin grafting (STSG), flap coverage, or secondary healing. The incidence of erosive bleeding, reconstruction thrombosis, and secondary amputations was assessed, along with the timing of complications, defect size, and the number of NPWT sessions.

Results. Primary closure was performed in 64 cases (75.3%), STSG in 14 (16.5%), flap coverage in 4 (4.7%), and secondary healing in 3 (3.5%). Erosive bleeding occurred in 9 patients (13.0%) with a median onset of 18 days (range 6–29 days). Two periods of increased risk were identified: days 7–10 (predominantly mechanical factors) and days 18–30 (infection-related tissue necrosis). Thrombosis of vascular

reconstruction occurred in 6 patients (8.7%), all following primary closure. Secondary amputations were performed in 2 cases (2.9%). The mean defect size was approximately 15 × 20 cm in patients with erosive bleeding and 8 × 9 cm in those with thrombosis. The maximal linear dimension of the defect was used for stratification of surgical strategy. Among patients treated with NPWT, the number of sessions was higher in those who developed erosive bleeding (6–7 vs 2–3 in patients without bleeding).

Conclusions. The size of the soft-tissue defect in the arterial reconstruction zone is a key determinant of postoperative complications and should guide the choice of definitive wound closure. Large defects (>15 cm) are associated with an increased risk of erosive bleeding, whereas primary closure in smaller defects may predispose to reconstruction thrombosis. Early stable vascularized soft-tissue coverage represents a pathogenetically justified preventive strategy in patients with extensive contaminated wounds. The proposed algorithm may assist in selecting the optimal reconstructive strategy in combat-related extremity vascular injuries

Keywords: *combat vascular trauma; negative pressure wound therapy; arterial injury; hemorrhage; soft-tissue defects; war in Ukraine.*

Corresponding author: Iurii Sivash, National Military Medical Clinical Center “Main Military Clinical Hospital”, Kyiv, Ukraine; Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine
e-mail: y.sivash@gmail.com

РЕЗЮМЕ

Юрій Сіваш^{1,2}

<https://orcid.org/0000-0002-7956-6378>

Костянтин Гуменюк^{1,3}

<https://orcid.org/0000-0001-8892-4061>

¹ Національний військово-медичний клінічний центр «Головний військовий клінічний центр», м. Київ, Україна;

² Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, м. Київ, Україна;

³ Командування Медичних сил ЗСУ, м. Київ, Україна

КЛІНІЧНІ РЕЗУЛЬТАТИ ТА АЛГОРИТМ ВИБОРУ СПОСОБУ ЗАКРИТТЯ ДЕФЕКТІВ М'ЯКИХ ТКАНИН В ЗОНІ АРТЕРІАЛЬНОЇ РЕКОНСТРУКЦІЇ ПРИ БОЙОВІЙ ТРАВМІ МАГІСТРАЛЬНИХ СУДИН КІНЦІВОК

Актуальність. Бойові поранення магістральних судин кінцівок часто супроводжуються значними дефектами м'яких тканин та високим рівнем мікробної контамінації, що підвищує ризик арозивних кровотеч (АК), тромбозів та вторинної ампутації. Вибір методу закриття дефекту в зоні артеріальної реконструкції є ключовим фактором профілактики ускладнень, проте чіткі критерії вибору стратегії покриття залишаються недостатньо невизначеними.

Мета. Оцінити клінічні результати різних способів закриття дефектів м'яких тканин в зоні артеріальної реконструкції при бойовій травмі та обґрунтувати алгоритм вибору методу покриття на підставі розміру дефекту та ризику післяопераційних ускладнень.

Матеріали та методи. Проведено ретроспективний аналіз лікування 85 військовослужбовців з бойовими ушкодженнями магістральних судин кінцівок, що перебували на лікуванні у клініці судинної хірургії НВМКЦ «ГВКГ» у 2022 році. Вакуумну терапію (ВТ) застосовували у 69 (81,2%) як етап підготовки рани до остаточного закриття. Остаточне закриття виконували шляхом первинного натягу, дерматопластики розщепленими шкірними клаптями (STSG), клаптевого покриття або вторинного натягу. Оцінювали частоту АК, тромбозу реконструкції, вторинних ампутацій, строки виникнення

ускладнень, розмір дефекту та кількість сеансів ВТ.

Результати. Первинним натягом закрито 64 (75,3%) рани, STSG — 14 (16,5%), клаптевими методиками — 4 (4,7%), вторинним натягом — 3 (3,5%). АК виникли у 9 (13,0%) пацієнтів, медіана строків — 18 діб (6–29 діб); визначено два періоди підвищеного ризику: 7–10-та доба (переважно механічний чинник) та 18–30-та доба (гнійно-некротичні зміни/інфекція). Тромбоз реконструкції відмічено у 6 (8,7%) пацієнтів і в усіх випадках — після первинного закриття. Вторинні ампутації виконано у 2 (2,9%) випадках. Середні розміри дефекту становили близько 15×20 см при АК та 8×9 см при тромбозі. Для стратифікації хірургічної тактики остаточного закриття використовували максимальний лінійний розмір дефекту. У підгрупі, де застосовано ВТ, кількість сеансів була більшою у пацієнтів з АК (6–7 проти 2–3 без АК).

Висновки. Розмір дефекту м'яких тканин у зоні артеріальної реконструкції є ключовим фактором, асоційованим з профілем післяопераційних ускладнень, що визначає вибір тактики остаточного закриття. Великі дефекти (>15 см) асоціюються з підвищеним ризиком АК, тоді як первинний натяг при менших дефектах може супроводжуватися тромбозом реконструкції. Раннє стабільне м'якотканинне покриття реконструкції є патогенетично обґрунтованою профілактичною стратегією у поранених із великими дефектами та контамінованими ранами; запропонований алгоритм вибору методу покриття базується на розмірі дефекту та фазі ранового процесу.

Ключові слова: бойова травма судин, вакуумна терапія ран, поранення артерій, кровотеча, дефекти м'яких тканин, війна в Україні.

Автор, відповідальний за листування: Юрій Сіваш, Національний військово-медичний клінічний центр «Головний військовий клінічний центр», м. Київ, Україна; 2 Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, м. Київ, Україна;
e-mail: y.sivash@gmail.com

ВСТУП

Пошкодження магістральних судин кінцівок становлять 10–15% у структурі сучасної бойової травми та належать до найбільш складних поранень через поєднання гострої ішемії, масивних дефектів м'яких тканин і високого ризику ускладнень [1–2]. У сучасних збройних конфліктах частота таких ушкоджень зростає через застосування високоенергетичної зброї, а також відповідних засобів індивідуального захисту, що призводить до збільшення частоти тяжких ушкоджень кінцівок [3–4].

Попри значний прогрес у системі надання медичної допомоги пораненим завдяки широкому застосуванню турнікетів, гемостатичних засобів, ранній гемотрансфузії, стратегії damage control surgery (DCS) та реконструктивних втручань на судинах, результати лікування таких поранень залишаються невтішними. За даними досвіду

військових конфліктів в Іраку та Афганістані, ампутації при пораненнях магістральних судин виконували у 12–18% випадків, а летальність сягала 8–10% навіть у спеціалізованих центрах [1,5]. Важливими факторами несприятливого перебігу при цьому є інфекційні ускладнення, які суттєво підвищують ризик втрати кінцівки та розвитку арозивних кровотеч (АК) [6,7].

В умовах війни в Україні частота ускладнень може зростати у зв'язку з широким застосуванням FPV-дронів, вибухових пристроїв, затримкою евакуації поранених з поля бою та поширенням мультирезистентної флори. При цьому ушкодження судин часто поєднуються із високоенергетичними переломами кісток, масивними дефектами м'яких тканин та високим рівнем мікробної контамінації рани [3,8]. За відсутністю адекватного покриття м'якими тканинами зони судинної реконструкції, пересихання та механічне пошкодження судинної

стілки створюють умови для розвитку АК — одного з найнебезпечніших ускладнень, які нерідко призводять до ампутації або смерті пацієнта.

Вакуумна терапія (ВТ) упродовж останніх десятиліть стала одним із стандартів лікування складних вогнепальних ран. Застосування ВТ сприяє зниженню бактеріального навантаження, стимулює очищення рани та формування грануляційної тканини, що створює оптимальні умови для остаточного закриття раневих дефектів [9-11]. Водночас використання вакуумних пов'язок у пацієнтів з реконструкцією магістральних судин залишається предметом дискусії через потенційний вплив негативного тиску на судинну стінку та зону анастомозу [12-14]. Крім того, сучасні клінічні рекомендації з ведення бойової травми не містять чітких критеріїв вибору способу м'якотканинного покриття зони судинної реконструкції. Більшість публікацій присвячені окремим аспектам лікування або описують поодинокі клінічні випадки, тоді як питання оптимальної тактики остаточного закриття дефектів м'яких тканин у поранених з бойовою травмою судин залишаються недостатньо вивченими [6,15].

Це зумовлює необхідність подальших досліджень, спрямованих на визначення клінічно обґрунтованих підходів до вибору способу закриття дефектів у зоні судинної реконструкції.

МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ

Оцінити клінічні результати різних способів закриття дефектів м'яких тканин в зоні артеріальної реконструкції при бойовій травмі та обґрунтувати алгоритм вибору методу м'якотканинного покриття на підставі аналізу розміру дефекту та профілю післяопераційних ускладнень.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Виконано одноцентрове ретроспективне когортне дослідження у клініці судинної хірургії Національного військово-медичного клінічного центру «Головний військовий клінічний госпіталь» (НВМКЦ «ГВКГ», Київ), закладі ІV рівня медичного забезпечення. Період спостереження: лютий–грудень 2022 року (від початку повномасштабного вторгнення).

Досліджувана популяція: 85 військовослужбовців з бойовою травмою магістральних судин кінцівок, у 69 (81,2%) з котрих застосовували ВТ як етап підготовки до остаточного закриття після відновлення кровотоку та радикальної хірургічної обробки ран. Важливим технічним елементом застосування ВТ у нашій когорті був бар'єрний захист реконструйованої судини за допомогою неадгезивної силіконової сітки та полівінілалкогольної (білої) губки. Така

інтерпозиція дозволяла уникнути прямого контакту вакуумної губки із судинною стінкою або зоною анастомозу і, відповідно, зменшувала ризик механічного ушкодження реконструкції під дією негативного тиску.

Методи закриття раневих дефектів: первинний натяг; дерматопластика розщепленими шкірними клаптями (STSG); клаптеве іскриття (шкірно-фасціальне або м'язове); вторинний натяг.

Порівняльний аналіз між групами не проводився.

Розмір дефекту м'яких тканин оцінювали за двома взаємно перпендикулярними вимірами, при цьому для стратифікації тактики остаточного закриття використовували максимальний лінійний розмір дефекту.

Критерії включення: бойові поранення магістральних артерій/вен верхніх або нижніх кінцівок; виконане оперативне втручання на магістральних судинах кінцівок (II–IV РМЗ); наявність дефекту м'яких тканин у зоні реконструкції.

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

Визначення термінів та показники результату.

Арозивна кровотеча — клінічно значуща післяопераційна кровотеча з ділянки судинної стінки або анастомозу після реконструктивного втручання, що потребувала невідкладного оперативного втручання та/або трансфузії ≥ 2 доз крові.

Тромбоз реконструкції — розвиток гострої ішемії кінцівки з підтвердженням порушення кровотоку за даними інструментальних методів.

Кінцевими точками дослідження були: частота арозивних кровотеч, тромбозу зони реконструктивного втручання, вторинних ампутацій, строки виникнення ускладнень, розміри дефектів м'яких тканин та строки остаточного закриття раневого дефекту.

Статистичний аналіз. Статистичну обробку виконано за допомогою програмного забезпечення MedStat 5.2. Для опису кількісних даних використовували середнє арифметичне (M), стандартне відхилення (SD) та медіану (Me), для якісних даних — абсолютні числа (n) та відсотки (%). Перевірку нормальності розподілу не проводили, порівняльний аналіз не здійснювався, оскільки дослідження мало описовий характер і спрямоване на формування клінічного алгоритму.

Етичні аспекти. Протокол дослідження розглянуто та схвалено Комісією з питань

біоетичної експертизи та етики наукових досліджень НМУ імені О.О. Богомольця (протокол від 26.05.2025 р. № 195).

Пов'язані матеріали. Цей рукопис є оригінальним і не поданий до інших видань. Частина клінічних спостережень цієї когорти була використана в окремому дослідженні з іншим науковим фокусом (аналіз безпечності застосування ВТ поблизу судинних реконструкцій). Поточна робота є самостійним тематичним аналізом, присвяченим вибору способу остаточного закриття раневих дефектів.

РЕЗУЛЬТАТИ

Характеристика когорти

У дослідження включено 85 військовослужбовців із бойовими пораненнями магістральних судин кінцівок. Середній вік пацієнтів становив $33,0 \pm 8,2$ року. Мінно-вибухова травма була провідним механізмом ушкодження (71%), кульові поранення становили 23%.

Високоенергетичні переломи кінцівок супроводжували судинні ушкодження у 59% випадків. Дефекти м'яких тканин понад 10 см у максимальному вимірі відзначено у 64% пацієнтів.

Первинна мікробна контамінація рани при надходженні на IV рівень медичного забезпечення виявлена у 65,2% випадків, із переважанням *Klebsiella spp.* та *Acinetobacter spp.*

Тактика підготовки рани до остаточного закриття

У 69 пацієнтів (81,2%) ВТ застосовувалася як етап підготовки до остаточного закриття. ВТ застосовувалась в складі комплексного лікування після радикальної хірургічної обробки рани та відновлення магістрального кровотоку.

Метою ВТ було тимчасове закриття дефекту в ділянці судинно-нервового пучка, підтримка оптимального зволоженого середовища, контроль ексудації та підготовка рани до остаточного закриття. Клінічних ознак прямого механічного ушкодження судинної реконструкції, які можна було б пов'язати із застосуванням системи негативного тиску, не спостерігали.

Середня кількість сеансів ВТ у загальній когорти становила $4,0 \pm 1,6$.

Таблиця 3. Залежність ускладнень у поранених з бойовою травмою судин від способу закриття раневих дефектів

Спосіб закриття	n	АК (n, %)	Тромбоз (n, %)	Ампутація (n, %)
Первинний натяг	64	4 (6,3%)	6 (9,4%)	0 (0%)
STSG	14	4 (28,6%)	0 (0%)	1 (7,1%)
Клаптеві методики	4	1 (25,0%)	0 (0%)	0 (0%)
Вторинний натяг	3	0 (0%)	0 (0%)	1 (33,3%)

У пацієнтів, у котрих розвинулись епізоди АК, кількість сеансів ВТ була більшою (6–7), що відображало більший обсяг тканинного ушкодження в зоні судинної реконструкції.

Таблиця 1. Розподіл способів остаточного закриття дефектів м'яких тканин (n = 85)

Спосіб закриття	n	%
Первинний натяг	64	75,3
STSG	14	16,5
Клаптеві методики	4	4,7
Вторинний натяг	3	3,5

Післяопераційні ускладнення

АК виникли у 9 пацієнтів (13%). Усі випадки спостерігались після мінно-вибухової травми. Медіана часу до виникнення АК склала 18 діб (діапазон 6–29 діб). Виділено два періоди підвищеного ризику: ранній період (7–10 день), пов'язаний із механічним впливом на зону реконструкції, та пізній (18–30 день), асоційований з гнійно-некротичними змінами в рані.

Тромбоз реконструкції мав місце у 6 пацієнтів (8,7%). Вторинні ампутації виконано у 2 випадках (2,9%). Летальних випадків не зафіксовано.

Таблиця 2. Частота післяопераційних ускладнень (n = 85)

Ускладнення	n	%
Арозивна кровотеча	9	13,0
Тромбоз реконструкції	6	8,7
Вторинна ампутація	2	2,9

Зв'язок розмірів дефекту з профілем ускладнень

Аналіз клінічних спостережень демонструє чітку залежність типу ускладнень від розміру первинного тканинного дефекту. У пацієнтів з АК середній розмір дефекту становив приблизно 15×20 см. У пацієнтів з тромбозом реконструкції — близько 8×9 см. Таким чином, більші дефекти асоціювалися з розвитком АК, тоді як менші (<10 см) — з ризиком тромбозу реконструкції після первинного закриття.

Ускладнення залежно від способу закриття

Тромбоз реконструкції виник у пацієнтів виключно після первинного натягу (6 випадків). АК спостерігались при різних способах остаточного закриття, однак у всіх випадках мали місце значні тканинні дефекти та ознаки контамінації, підтвержені бакпосівами.

У пацієнтів з АК середня тривалість госпіталізації була значно більшою ($54,4 \pm 26,9$ діб) порівняно з пацієнтами без АК проти ($29,1 \pm 11,2$ діб). Випадки АК та тромбозу реконструкції не поєднувались в межах одного клінічного випадку.

ОБГОВОРЕННЯ

Бойову травму магістральних судин кінцівок можна віднести до найбільш тяжких, що обумовлено поєднанням ішемії тканин, складними переломами кісток, масивними дефектами м'яких тканин та високим рівнем мікробної контамінації. У сучасних рекомендаціях з ведення бойової травми підкреслюється, що результат лікування визначається не лише технічними особливостями проведеного оперативного втручання на ушкоджених магістральних судинах, але й адекватністю їх м'якотканинного покриття [1,5,6,15]. Отримані результати підтверджують, що саме обсяг і характер дефекту м'яких тканин в зоні судинної реконструкції є ключовими чинниками, які формують профіль післяопераційних ускладнень і повинні слугувати підґрунтям при виборі хірургічної тактики остаточного закриття.

У дослідженій когорті з 85 поранених остаточне закриття найчастіше виконували шляхом первинного натягу (75,3%). Водночас усі випадки тромбозу реконструкції (9,4% у межах цієї групи) виникали саме після первинного закриття. Це свідчить, що навіть при відносно невеликих дефектах (максимальний лінійний розмір <10 см) надмірний натяг тканин та недостатня фасціотомія можуть створювати несприятливі гемодинамічні умови в зоні судинного анастомозу. У літературі також підкреслюється роль локальної компресії, набряку і підвищеного тканинного тиску як важливих чинників ризику тромбозу після судинної реконструкції при травмі [6,15]. Таким чином, первинний натяг не може розглядатися як універсальний метод закриття і повинен застосовуватися лише за умови відсутності натягу тканин та адекватної профілактики компартмент-синдрому.

Натомість АК у нашому дослідженні чітко асоційовані з масивними дефектами м'яких тканин. Середній розмір дефекту у пацієнтів із АК становив приблизно 15×20 см, тоді як при тромбозі — близько 8×9 см, що вказує на різний патогенетичний

механізм цих ускладнень. Виділення двох часових «вікон ризику» (7–10-та та 18–30-та доба) дозволяє припустити наявність двофазної моделі: рання механічна вразливість зони реконструкції та пізня інфекційно-некротична ерозія судинної стінки. Подібна закономірність узгоджується з клінічними спостереженнями як у військовій, так і судинній хірургії мирного часу, де ранні кровотечі пов'язують із недостатнім покриттям або механічною нестабільністю анастомозу, а пізні — з інфекційним ушкодженням тканин і вторинною деструкцією судинної стінки [5-7,16].

Частота АК у нашій когорті (13,0%) перевищує показники, наведені під час воєн в Іраку та Афганістані (4–6%) [1, 6]. Однак ці серії не завжди включали пацієнтів із настільки значними дефектами м'яких тканин, як при сучасній високоенергетичній мінно-вибуховій травмі. Крім того, сучасним бойовим ушкодженням кінцівок притаманні важкі комбіновані ушкодження, котрі супроводжуються масивною втратою тканин [3,4]. Тому вищий рівень ускладнень у нашій когорті, ймовірно, відображає насамперед більшу тяжкість первинного ушкодження, а не відмінності у якості хірургічної допомоги.

Підвищена частота АК у групах STSG (28,6%) та клаптевого покриття (25,0%) порівняно з первинним натягом (6,3%) не повинна трактуватися як негативний вплив пластичних методик. Навпаки, ці пацієнти первинно мали більший обсяг пошкодження м'яких тканин та вищий рівень контамінації. У міжнародних рекомендаціях з лікування інфікованих судинних реконструкцій та складних травматичних ран наголошується на перевазі васкуляризованого м'язового або шкірно-фасціального покриття як способу зниження ризику інфекційних та геморагічних ускладнень. Васкуляризовані тканини покращують локальний імунний захист, зменшують ризик десикації та механічного ушкодження реконструйованої судини [12]. Отже, сам факт виконання клаптевого покриття є відображенням тяжкості дефекту, а не причиною ускладнень.

ВТ застосовувалася у 69 пацієнтів як проміжний етап підготовки рани («bridge therapy») до остаточного закриття з метою контролю ексудації, очищення рани та підготовки тканин до остаточного закриття у випадках, коли стабільне м'якотканинне покриття не могло бути виконано негайно (нестабільність гемодинаміки, потреба в некретомії, нагноєння рани). Більша кількість сеансів у пацієнтів із АК (6–7 проти 2–3) відображала масивний обсяг ушкодження та необхідність тривалішої санації рани. Важливим

технічним елементом застосування ВТ у нашій когорті був бар'єрний захист реконструйованої судини за допомогою неадгезивної силіконової сітки та полівінілалкогольної (білої) губки. Така інтерпозиція дозволяла уникнути прямого контакту вакуумної губки із судинною стінкою або зоною анастомозу і, відповідно, зменшувала ризик механічного ушкодження реконструкції під дією негативного тиску. Міжнародні настанови розглядають ВТ як ефективний тимчасовий

інструмент контролю ексудації та стимуляції грануляцій, але підкреслюють необхідність бар'єрного захисту судинних структур та обмеження тривалості відкритої експозиції реконструкції [8–14]. Отримані результати підтверджують, що ВТ не може розглядатися як альтернатива стабільному м'якотканинному покриттю при великих дефектах, а повинна використовуватися як проміжний етап до остаточного покриття.

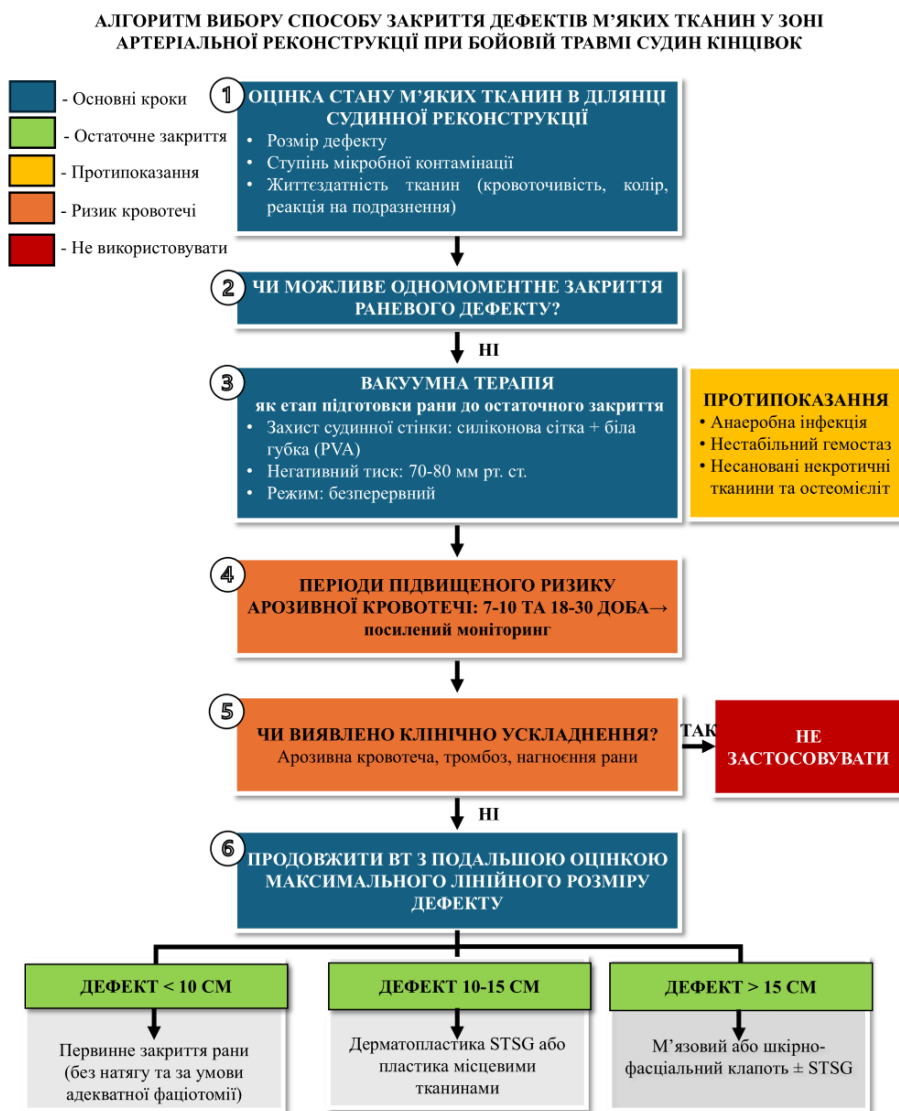


Рис 1. Алгоритм вибору способу остаточного закриття дефектів м'яких тканин залежно від максимального лінійного розміру дефекту у зоні артеріальної реконструкції при бойовій травмі магістральних судин кінцівок.

Примітка: алгоритм сформовано на основі результатів даного клінічного дослідження.

Сукупність отриманих даних дозволяє інтегрувати власні клінічні спостереження з міжнародною концепцією «coverage-first», тобто пріоритету раннього стабільного покриття судинної реконструкції васкуляризованими тканинами [12,

15]. У нашому дослідженні це знайшло відображення у практичному алгоритмі вибору способу закриття дефектів м'яких тканин залежно від їх максимального лінійного розміру (рис. 2). При невеликих дефектах (до 10 см) можливе первинне

закриття за умови повної відсутності натягу тканин. При дефектах проміжного розміру (10–15 см) доцільною є етапна підготовка рани з подальшою дерматопластикомією або пластикомією місцевими тканинами. При значних дефектах (>15 см), особливо за наявності контамінації, пріоритетним є раннє стабільне м'язове або клаптеве покриття зони реконструкції.



Рис. 2. Вибухове поранення голімки з дефектом м'яких тканин. Труднощі покриття життєздатними тканинами протезованої підколінної артерії (позначена стрілкою) створює ризик арозивної кровотечі та тромбозу

Практичне значення

Отримані результати дозволили сформуванню клінічно орієнтований алгоритм вибору способу остаточного закриття дефектів м'яких тканин у зоні артеріальної реконструкції при бойовій травмі магістральних судин кінцівок. Його практична цінність полягає у можливості стандартизувати хірургічну тактику залежно від максимального лінійного розміру дефекту, ступеня контамінації рани та фази ранового процесу. Запропонований підхід дає змогу обґрунтовано визначати показання до первинного натягу, дерматопластики, пластики місцевими тканинами або раннього м'язового/клаптевого покриття, а також раціонально використовувати ВТ як проміжний етап підготовки рани до остаточного закриття. Застосування алгоритму може сприяти зниженню ризику тромбозу реконструкції при малих дефектах і арозивної кровотечі при великих дефектах м'яких

тканин, що має безпосереднє значення для покращення результатів лікування поранених у спеціалізованих центрах IV рівня медичного забезпечення.

Обмеження дослідження

Обмеженням дослідження є його ретроспективний характер та відсутність рандомізованого порівняння між методами закриття. Вибір тактики визначався клінічною ситуацією, що створює можливість конфаундингу за показаннями. Крім того, малі підгрупи (зокрема вторинний натяг, n=3) потребують обережної інтерпретації відсоткових показників. Водночас дослідження відображає реальну клінічну практику спеціалізованого центру IV рівня медичного забезпечення та дозволяє сформулювати практично орієнтований алгоритм вибору тактики закриття дефектів у зоні артеріальної реконструкції.

ВИСНОВКИ

1. Розмір дефекту м'яких тканин у зоні артеріальної реконструкції є ключовим фактором, асоційованим із профілем післяопераційних ускладнень, і має враховуватися під час вибору способу остаточного закриття рани.
2. Первинний натяг при дефектах малого розміру може бути застосований лише за умови повної відсутності натягу тканин та адекватної фасціотомії, оскільки його використання асоціюється з ризиком тромбозу реконструкції.
3. Великі дефекти м'яких тканин (>15 см), особливо за наявності контамінації рани, асоціюються з підвищеним ризиком арозивної кровотечі та потребують раннього стабільного м'язового або клаптевого покриття зони артеріальної реконструкції.
4. Вакуумна терапія є ефективним проміжним етапом ("bridge therapy") підготовки рани до остаточного закриття і може застосовуватися при різних розмірах дефектів, однак не може розглядатися як альтернатива стабільному васкуляризованому покриттю реконструкції.
5. Запропонований алгоритм вибору способу остаточного закриття дефектів м'яких тканин дозволяє обґрунтувати та оптимізувати хірургічну тактику у поранених з бойовою травмою магістральних судин кінцівок.

ВКЛАД АВТОРІВ

Усі автори зробили істотний внесок у розробку початкової та доопрацьованої версії цієї статті. Вони несуть повну відповідальність за всі аспекти роботи і вирішення питань, пов'язаних з точністю або цілісністю наведеної інформації.

ДЖЕРЕЛА ФІНАНСУВАННЯ

Дослідження здійснено без фінансової підтримки.

КОНФЛІКТ ІНТЕРЕСІВ

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

ЕТИЧНЕ СХВАЛЕННЯ

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

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- White JM, Stannard A, Burkhardt GE, Eastridge BJ, Blackburne LH, Rasmussen TE. The epidemiology of vascular injury in the wars in Iraq and Afghanistan. *Ann Surg.* 2011 Jun;253(6):1184–9. <https://doi.org/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 Jul;48(7):1439–43. <https://doi.org/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 Feb;54(2):490–6. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2022.11.014>.
- Klausner MJ, McKay JT, Bebartá VS, Naylor JF, Fisher AD, Isherwood KD, et al. Warfighter personal protective equipment and combat wounds. *Med J Fort Sam Houst Tex.* 2021; PB 8-21-04/05/06:72–7.
- Clouse WD, Rasmussen TE, Peck MA, Eliason JL, Cox MW, Bowser AN, et al. In-theater management of vascular injury: 2 years of the Balad Vascular Registry. *J Am Coll Surg.* 2007 Apr;204(4):625–32. <https://doi.org/10.1016/j.jamcollsurg.2007.01.040>.
- Brown KV, Ramasamy A, Tai N, MacLeod J, Midwinter M, Clasper JC. Complications of extremity vascular injuries in conflict. *J Trauma.* 2009 Apr;66(4 Suppl): S145–9. <https://doi.org/10.1097/TA.0b013e31819cdd82>.
- 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 [Internet].* 2008 Mar [cited 2025 Sep 10];64(Supplement):S239–S251. <https://doi.org/10.1097/ta.0b013e318163cd14>.
- Hinck D, Franke A, Gatzka F. Use of vacuum-assisted closure negative pressure wound therapy in combat-related injuries. *Mil Med.* 2010 Mar;175(3):173–81. <https://doi.org/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 Sep;5(9):379–89. <https://doi.org/10.1089/wound.2014.0624>.
- Huang C, Leavitt T, Bayer LR, Orgill DP. Effect of negative pressure wound therapy on wound healing. *Curr Probl Surg.* 2014 Jul;51(7):301–31. <https://doi.org/10.1067/j.cpsurg.2014.04.001>.
- 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 toward an international consensus. *Injury.* 2011 Feb;42 Suppl 1:S1–12. [https://doi.org/10.1016/S0020-1383\(11\)00041-6](https://doi.org/10.1016/S0020-1383(11)00041-6).
- 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 Mar;59(3):339–84. <https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2019.10.016>.
- Dosluoglu HH, Loghmanee C, Lall P, Cherr GS, Harris LM, Dryjski 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):1160–1166. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2009.11.053>.
- 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 Mar;57(3):791–5. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2012.09.037>.
- Fox CJ, Gillespie DL, O'Donnell SD, Rasmussen TE, Goff JM, Johnson CA, Galgon RE, Sarac TP, Rich NM. Contemporary management of wartime vascular trauma. *J Vasc Surg [Internet].* 2005 Apr [cited 2025 Sep 10];41(4):638–44. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2005.01.010>.
- 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 Jul;71(Suppl 1):S33–S42. <https://doi.org/10.1097/TA.0b013e318221162e>.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Сіваш Ю. Ю., майор медичної служби, аспірант каф. хірургії з курсом невідкладної та судинної хірургії, Національний медичний університет імені О.О. Богомольця; ординатор клініки судинної хірургії, Національний військово-медичний клінічний центр «Головний військовий клінічний госпіталь», м. Київ, Україна, E-mail: y.sivash@gmail.com

Гуменюк К.В., полковник медичної служби, доктор медичних наук, професор кафедри Військово-польової хірургії Української військово-медичної академії, головний хірург Командування медичних сил Збройних сил України, E-mail: gkv73@ukr.net

Одержано: 10.03.2026

Затверджено до друку: 28.05.2026

Опубліковано: 23.06.2026