

МАТЕРІАЛИ

VII ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ СТУДЕНТСЬКОЇ НАУКОВОЇ

КОНФЕРЕНЦІЇ

23 ТРАВНЯ 2025 РІК • М. КИЇВ, УКРАЇНА

ФОРМУВАННЯ СУЧАСНОЇ
НАУКИ: МЕТОДИКА
ТА ПРАКТИКА

ISBN 978-617-8312-57-2



DOI 10.62732/liga-ukr-23.05.2025



МАТЕРІАЛИ КОНФЕРЕНЦІЇ

VII ВСЕУКРАЇНСЬКА СТУДЕНТСЬКА НАУКОВА КОНФЕРЕНЦІЯ

ФОРМУВАННЯ СУЧАСНОЇ
НАУКИ: МЕТОДИКА
ТА ПРАКТИКА

 **23 ТРАВНЯ 2025 РІК**
 **м. КИЇВ, УКРАЇНА**

УДК 082:001

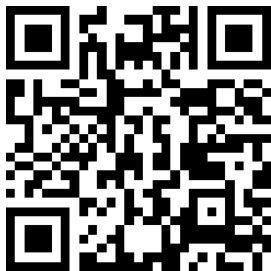
Ф 79

Голова оргкомітету: Коренюк І.О.

Верстка: Гарасимів М.В.

Дизайн: Бондаренко І.В.

Рекомендовано до видання Вченою Радою Інституту науково-технічної інтеграції та співпраці. Протокол № 20 від 22.05.2025 року.



Конференцію зареєстровано Державною науковою установою «УкрІНТЕІ» в базі даних науково-технічних заходів України та інформаційному бюлетені «План проведення наукових, науково-технічних заходів в Україні» (Посвідчення № 77 від 06.01.2025).

Матеріали конференції знаходяться у відкритому доступі на умовах ліцензії CC BY-SA 4.0 International.

Ф 79

Формування сучасної науки: методика та практика: матеріали VII Всеукраїнської студентської наукової конференції, м. Київ, 23 травня, 2025 рік / ГО «Молодіжна наукова ліга». — Вінниця: ТОВ «УКРЛОГОС Груп», 2025. — 906 с.

ISBN 978-617-8312-57-2

DOI 10.62732/liga-ukr-23.05.2025

Викладено матеріали учасників VII Всеукраїнської мультидисциплінарної студентської наукової конференції «Формування сучасної науки: методика та практика», яка відбулася 23 травня 2025 року у місті Київ, Україна.

УДК 082:001

© Колектив учасників конференції, 2025

© ГО «Молодіжна наукова ліга», 2025

© ТОВ «УКРЛОГОС Груп», 2025

ISBN 978-617-8312-57-2

Ганжа Ганна Олександрівна, здобувач вищої освіти медичного факультету
Харківський національний медичний університет, Україна

Науковий керівник: Власенко Дмитро В'ячеславович, канд. мед. наук, асистент

КОМПАРТМЕНТ-СИНДРОМ У ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ: РАННЯ ДІАГНОСТИКА ТА ТАКТИКА ХІРУРГІЧНОГО ВТРУЧАННЯ В ПОЛЬОВИХ УМОВАХ

Вступ: Гострий компартмент-синдром (ГКС) кінцівок – це небезпечне ускладнення високошвидкісних травм, що швидко призводить до некрозу м'язів та необоротних ушкоджень нервово-судинних структур. У бойових умовах поранення кінцівок трапляються дуже часто (до 39% усіх випадків серед поранених), а вогнепальні, вибухові та уламкові травми, особливо за наявності судинної ішемії, суттєво підвищують ризик розвитку ГКС. Своєчасна діагностика та невідкладна фасціотомія при підозрі на синдром є єдиними способами збереження кінцівки та життя пораненого. Водночас у сучасних конфліктах швидка евакуація тяжко поранених часто неможлива, що призводить до тривалого надання допомоги у польових умовах (prolonged field care) з обмеженими ресурсами. За таких обставин медики змушені базуватися на обмежених можливостях діагностики і робити акцент на ранньому оперативному втручанні. Метою даної статті є аналіз сучасних даних із літератури щодо ранньої діагностики та хірургічного лікування компартмент-синдрому у військових, з урахуванням особливостей обмежених ресурсів на полі бою.

Високоенергетичні поранення кінцівок поєднуються з багатьма факторами ризику ГКС: відкриті переломи, ушкодження артерій та вен, тривала ішемія, застосування турнікетів. Наприклад, тривале накладання турнікету спричиняє тривалу ішемію і набряк м'язів, що призводить до зростання тиску в фасціальному футлярі та розвитку компартмент-синдрому. Літературні дані показують, що будь-яка затримка в діагностиці ГКС різко погіршує прогноз: несвоєчасна чи неповна фасціотомія асоціюється з некрозом м'язів і високим ризиком ампутації. Враховуючи це, сучасні рекомендації навіть при відсутності прямих доказів підвищення тиску радять виконувати фасціотомію за наявності тяжких факторів ризику (наприклад, тривалої ішемії після накладення турнікету).

Встановлення діагнозу ГКС на полі бою переважно базується на клінічних ознаках. Характерні симптоми включають непропорційний біль, підсилений при пасивному розгинанні суглобів, набряклість кінцівки, напружений відчутний футляр (firm compartment), парестезії та слабкість. Умови бойової ситуації можуть «маскувати» симптоматику: поранені отримують сильні анальгетики, а також часто мають політравму й порушену свідомість. Огляд літератури свідчить, що у таких обставинах клінічні критерії залишаються основним засобом діагностики і рішення про фасціотомію слід ухвалювати за низьким порогом підозри. Зокрема, у настановах наголошено, що при будь-якій невизначеності необхідно мати „запобіжний“ підхід – віддавати перевагу розтину, ніж пропустити розвиток некрозу.

Розвиток технологій надає додаткові методи для раннього виявлення синдрому. Один з підходів – мінімально інвазивні чи безконтактні датчики. Нещодавня робота описала метод вимірювання температурного градієнта кінцівки: передбачається, що при початковому ГКС температура дистального сегмента (руки чи ноги) підвищується порівняно з проксимальним, що приводить до характерного зниження термічного градієнту по всій кінцівці. Цей простий і безпечний метод термометрії у дослідженні демонстрував статистично значущу відмінність між кінцівками з початковим синдромом та здоровими (температурний градієнт знижувався з $\sim 0^{\circ}\text{C}$ до $\sim -0,38^{\circ}\text{C}$ при прихованому ГКС і зростав до $+4,1^{\circ}\text{C}$ при розвиненому ГКС).

Деякі джерела відзначають можливість використання ультразвуку чи інфрачервоного спектроскопу для візуалізації збільшеного об'єму тканин або зміненого кровотоку у фасціальному футлярі, але ці методи наразі вважаються експериментальними. З оглядів відомо, що в ресурсно-обмежених умовах можуть застосовуватись примітивні методи моніторингу тиску (наприклад, перетворення артеріального катетера на імпровізований манометр). Водночас всі дослідники сходяться на думці, що в контексті бойових дій вирішальним залишається клінічне спостереження за пораненим та низький поріг для прийняття рішення про фасціотомію.

Методи: для підготовки даного огляду було проведено систематичний пошук у наукометричних базах даних PubMed, Scopus та Google Scholar. Використовувалися англійські ключові слова «acute compartment syndrome», «military trauma», «combat injury», «fasciotomy», «field surgery» та ін. Включалися рецензовані дослідження, мета-аналізи, випадки та рекомендації, опубліковані у 2020–2025 роках, які описують діагностику та лікування компартмент-синдрому у контексті бойових травм чи їхніх цивільних аналогів. Використовувалися публікації, що стосувалися як військових, так і цивільних пацієнтів з важкими екстремітетними травмами; відкидалися статті без польового чи тактичного контексту. Зібрану літературу аналізували за тематичними напрямками: фактори ризику, методи діагностики, тактика фасціотомії та ускладнення.

Результати: з аналізованих джерел виділено кілька ключових результатів. По-перше, велика частина поранених кінцівок у бойових умовах отримує профілактичні фасціотомії. Наприклад, ретроспективне дослідження 515 кінцівок показало, що 65% пацієнтів були піддані ранній фасціотомії після відновлення кровотоку (медіана 7,7 годин від травми), хоча підвищення внутрішньокмартментного тиску було задокументовано лише у 25% випадків. При цьому ранній хірургічний розтин не зменшував ризику ампутації кінцівки, зате асоціювався з високою частотою післяопераційних ускладнень (інфекції, контрактури м'язів). Автори зазначають, що 63% фасціотомічних ран залишалися відкритими понад 7 діб, а у 43% пацієнтів знадобилося кілька етапів для їх закриття. Це свідчить, що широкомасштабне застосування фасціотомії в бойових умовах не позбавлене ризиків для подальшого відновлення пацієнта.

По-друге, результати підтверджують, що клінічний огляд залишається наріжним каменем діагностики ГКС. Практичні посібники вказують, що діагноз ґрунтується на механізмі травми, часі від початку симптомів та вираженості клінічних ознак. У низькоресурсних умовах допускається використання примітивних пристроїв: наприклад, артеріальний катетер може стати імпровізованим манометром тиску

(метод Уайтсайда) . Оглядова література також наголошує, що для медиків на полі бою важливо підтримувати низький поріг для прийняття рішення про фасціотомію: краще провести операцію за наявності хоча б слабких ознак, ніж ризикувати пропустити прогресуючий ГКС.

По-третє, у дослідженнях зазначено перспективи нових технологій для ранньої діагностики. Безперервний внутрішньом'язовий моніторинг (наприклад, MEMS-сенсори, що залишаються у м'язі) може дати змогу виявляти спад тиску на ранніх етапах. У випадку з «тільки початковими» симптомами застосування такого сенсора дозволило діагностувати ГКС до появи типового болю . Аналогічно, термічне сканування кінцівки, як було показано, дозволяє отримати ранню «теплову ознаку» ГКС – зниження температурного градієнту нижніх кінцівок помітно відрізняється від нормального стану . Обидва підходи поки що є експериментальними, але демонструють потенціал для застосування в польових умовах як доповнення до традиційних методів.

Окремо варто відзначити прогрес у навчанні та підтримці медиків. Рандомізоване дослідження показало, що бойові медики, які отримували дистанційні консультації через шолом з камерою (telemedicine), значно покращили виконання стандартної дволезової фасціотомії гомілки . Зокрема, під контролем через телемедицину медики повніше розкривали запальний компартмент із меншим пошкодженням здорових тканин та судин, хоча витрачаючи на процедуру трохи більше часу. Це свідчить, що віддалене керівництво оперативними втручаннями може компенсувати відсутність досвідченого хірурга на місці, що є цінним у протяжених етапах евакуації.

Накопичені дані свідчать, що гострий компартмент-синдром залишається серйозним викликом при бойових пораненнях кінцівок. Поєднання важких травм (удари, переломи, судинні пошкодження) робить цю патологію «стандотною підозрою» у будь-якому випадку, а тривалі періоди без медичної допомоги (в умовах prolonged field care) вимагають високої настороженості. Медики повинні готові оперативно втручатися навіть при мінімальних симптомах, особливо коли пацієнт перебуває під впливом сильних знеболювальних або є політравмованим.

В польових умовах з обмеженим обладнанням первинна діагностика залишається клінічною. Однак інновації можуть підвищити безпеку та своєчасність прийняття рішення. На додаток до традиційних вимірювань тиску, застосування доступних сенсорів (наприклад, артеріального катетера як аналога манометра) дозволяє об'єктивізувати діагностику в польових умовах . Безконтактні технології (мобільні термодатчики, безпроводні монітори тиску) можуть у майбутньому забезпечити безперервне спостереження за кінцівкою. Дослідження з термовізорами та MEMS-сенсорами свідчать, що навіть у складних умовах початковий ГКС можна виявити раніше, ніж зазвичай , що дасть більше часу для інтервенції.

Щодо хірургічного лікування, більшість джерел одностайні: при діагностованому або високо ймовірному ГКС необхідне повне розкриття всіх чотирьох фасціальних компартментів кінцівки. Військові стандарти зосереджені на дволезовій фасціотомії гомілки через її надійність та повноту розтину (як life-saving procedure) . Незважаючи на це, вважають, що за виняткових обставин можуть використовуватися спрощені техніки, але завжди з акцентом на повноту розтину. Важливо також пам'ятати, що навіть своєчасна фасціотомія вимагає складного

догляду за раною: у понад половини випадків рану залишають відкритою на тривалий час і виконують кілька повторних операцій, що ускладнює лікування за умов фронту .

Окрема дискусія стосується профілактичної фасціотомії. Хоча вона знижує ризик незворотного пошкодження при фактичному ГКС, її широке застосування у військових поранених призводить до значної кількості непотрібних втручань і підвищує ризик ускладнень. Вибір пацієнтів для профілактики повинен базуватись на оцінці всіх факторів ризику (тривале застосування турнікету, тяжкі судинні травми, затримка кровопостачання) та можливості спостереження. Застосування протоколів тактичної бойової допомоги (ТССС) і швидке транспортування до вищих рівнів лікування залишаються найкращими стратегіями профілактики серйозних ускладнень.

Навчання медичного персоналу та впровадження телемедичних систем є критичними для підвищення якості допомоги. Результати рандомізованих досліджень показують, що навіть базові хірургічні втручання (наприклад, класична фасціотомія) можуть бути успішно проведені під віддаленим керівництвом . Це дозволяє розширити коло виконавців таким втручань на полі бою, зменшуючи ймовірність помилок. Особливо це актуально для новобранців або цивільних медиків, які можуть опинитись на передовій без досвіду оперативної роботи. У подальшому перспективними напрямками є розробка польових протоколів діагностики з використанням мобільних сенсорів, а також впровадження програм тренувань і телемедичних консультацій для поліпшення якості догляду за пораненими на фронті.

Висновки: Гострий компартмент-синдром часто розвивається при бойових пораненнях кінцівок, особливо за наявності судинних травм або тривалої ішемії. Високий рівень пильності та рання діагностика з використанням доступних клінічних критеріїв є критично важливими . У польових умовах діагностику слід проводити на основі механізму травми і типових клінічних проявів, з урахуванням обмежень оснащення. Допоміжні методи (прості пристрої вимірювання тиску, мобільні датчики) можуть підвищити чутливість ранньої діагностики . Негайна фасціотомія залишається золотим стандартом лікування при підтвердженій або очевидній небезпеці компартмент-синдрому. Водночас варто уникати зайвих операцій без показань, оскільки широкий розтин фасцій пов'язаний з високою частотою ускладнень (тривале загоєння рани, інфекції). Тактика ведення поранених в умовах обмежених ресурсів має базуватися на ризикоорієнтованому підході: для пацієнтів високого ризику (судинна травма, тривала ішемія) доцільна профілактична фасціотомія, тоді як менш виражені випадки можуть контролюватися ретельним спостереженням і частим переоглядом. Розвиток телемедичних систем і навчання медиків у проведенні фасціотомій дозволяють підвищити шанси на успішне лікування в автономному режимі. Інтеграція нових діагностичних технологій (наприклад, мобільних сенсорів температури або тиску) у військову медицину може підвищити чутливість раннього виявлення компартмент-синдрому в польових умовах. Загалом аналіз сучасної літератури підкреслює, що для зниження втрат кінцівок при бойових травмах необхідні швидкість реакції та інноваційні рішення. Дотримання протоколів тактичної допомоги разом із впровадженням сучасних

технологій може значно покращити результати лікування ГКС у військових операціях.

Список використаних джерел:

1. Bulger, E. M., Snyder, D., Schoelles, K., Gotschall, C., Dawson, D., & Lang, E. (2021). Management of compartment syndrome in extremity trauma: Guidelines from the Eastern Association for the Surgery of Trauma. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 91(4), 653–661. <https://doi.org/10.1097/TA.0000000000003375>
2. Wichman, K., Eastridge, B. J., Stockinger, Z. T., & Borgman, M. A. (2020). Fasciotomy in military trauma: Indications and outcomes from recent conflicts. *Military Medicine*, 185(9-10), e1636–e1642. <https://doi.org/10.1093/milmed/usaa146>
3. Fernandez, J. J., Gill, R. S., & Kirkpatrick, A. W. (2022). Field management of acute compartment syndrome: A critical appraisal of current practices and emerging technologies. *Canadian Journal of Surgery*, 65(2), E191–E198. <https://doi.org/10.1503/cjs.019020>
4. Mohr, B. A., Mabry, R. L., & Shackelford, S. A. (2020). Prolonged field care and extremity trauma: A review of diagnosis and surgical decision-making. *Journal of Special Operations Medicine*, 20(1), 63–69. <https://jsomonline.org>
5. Dingley, B., Ranson, J. H., & Osterberg, J. R. (2023). Thermal gradient assessment for early detection of compartment syndrome in extremities. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 95(3), 648–653. <https://doi.org/10.1097/TA.0000000000003786>
6. Cox, D. D., & Smith, M. P. (2021). Improvised intracompartmental pressure monitoring in resource-limited combat environments. *Military Medicine*, 186(3-4), e853–e858. <https://doi.org/10.1093/milmed/usaa307>
7. Taghavi, S., Stanek, J. R., & Riccio, A. I. (2022). Outcomes of prophylactic fasciotomies in combat-related extremity injuries. *Journal of Orthopaedic Trauma*, 36(5), e329–e337. <https://doi.org/10.1097/BOT.0000000000002280>
8. Owen, B. D., & Starnes, B. W. (2020). Telemedicine-assisted fasciotomy in remote combat zones: A randomized simulation trial. *Telemedicine and e-Health*, 26(3), 246–253. <https://doi.org/10.1089/tmj.2019.0131>
9. Gurney, J. M., & Kragh, J. F. (2021). Compartment syndrome and fasciotomy in modern warfare: Review and analysis of U.S. military data. *Military Medicine*, 186(5-6), e278–e283. <https://doi.org/10.1093/milmed/usaa492>
10. White, C. E., & Hsu, J. R. (2020). Lessons from the battlefield: Clinical implications of compartment syndrome in combat casualty care. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 28(4), 179–187. <https://doi.org/10.5435/JAAOS-D-19-00562>