

ТАКТИКА ХІРУРГІЧНОГО ЛІКУВАННЯ ПАЦІЄНТІВ З ДЕФЕКТАМИ КІСТОК ТА СУГЛОБІВ ВНАСЛІДОК ВОГНЕПАЛЬНИХ ПОРАНЕНЬ

Носівець Д.С.

Військово-медичний клінічний центр Східного регіону. Дніпро. Україна

Ключові слова: *вогнепальні поранення, дефекти кісток та суглобів, індивідуальні імплантати, апарат зовнішньої фіксації, кістковий транспорт, хірургічне лікування.*

Вступ. Лікування пацієнтів з дефектами кісток та суглобів внаслідок вогнепальних поранень кінцівок вимагає комплексного підходу та залежить від якості надання медичної допомоги на всіх етапах евакуації. Свою актуальність дана проблема набуває внаслідок поширеності цієї патології та негативних наслідків для пацієнта. Відомо, що ушкодження кінцівок унаслідок бойової травми становлять 44-70% від усіх травм опорно-рухового апарата. При цьому у 80% поранених вогнепальні переломи кісток характеризуються наявністю кісткового дефекту або внаслідок дії високоенергетичного снаряду, або резекції кістки на тлі розвитку інфекційного процесу [1].

Відомо, що кісткова тканина має гарний потенціал для фізіологічної регенерації після травми проте наявність кісткового дефекту потребує його заміщення і вибір оптимальної хірургічної тактики лікування поранених із вогнепальними дефектами кісток та суглобів є складним завданням через високий ризик розвитку ускладнень і тривалості лікування [1,2]. Незважаючи на певні труднощі й ускладнення під час лікування поранених з вогнепальними дефектами кісток та суглобів на сьогоднішній день впроваджені ефективні методи лікування цієї патології. Зокрема, широко використовуються адитивні технології виготовлення індивідуальних імплантатів за допомогою 3-D друку, методики кісткової трансплантації (аутологічна та ксенотрансплантація) та різноманітних кісткових заміників. Широкого застосування набула техніка Masquelet (формування індукованої мембрани) та методики позавогнищевого остеосинтезу за Г. А. Ілізаровим [1-4].

Всі відомі на сьогоднішній день способи лікування поранених з вогнепальними дефектами кісток та суглобів мають свої покази, ускладнення, недоліки та переваги й широко застосовуються в сучасних умовах війни [4,5].

Проте характерною особливістю вогнепальних поранень є розвиток інфекційних ускладнень, які за літературними даними складають до 27% [6]. Причиною розвитку інфекції після вогнепального поранення безумовно є первинне бактеріальне забруднення внаслідок дії уражуючого снаряду, потрапляння у рану залишків одягу, взуття, спорядження та додаткова контамінація рани забрудненням з навколишнього середовища. На цьому фоні особливого значення набуває час затрачений на транспортування пораненого до місця надання кваліфікованої хірургічної допомоги, якість виконання первинної хірургічної обробки рани та якість подальшого хірургічного лікування. Певний відсоток інфекційних ускладнень пов'язаний з практикою заміни методу фіксації зі стрижньового апарату зовнішньої фіксації на внутрішній - накістковий або внутрішньокістковий остеосинтез. Нажаль, використання індивідуальних імплантатів, виготовлених за допомогою 3D-друку у віддалених термінах з часу операції демонструють можливість розвитку інфекційного процесу, що може потребувати видалення цієї конструкції [6,7].

Тому, на наш погляд, вогнепальне поранення необхідно завжди розглядати як потенційний осередок бактеріального забруднення з наявними різноманітними супутніми судинними та неврологічними порушеннями, незважаючи на відсутність клінічних ознак наявності латентної інфекції та змін з боку різноманітних гострофазових білків крові.

На сьогоднішній день існує, пропонується та використовується велика кількість різноманітних хірургічних заходів щодо лікування дефектів кісток та суглобів внаслідок вогнепальних поранень, досвід використання яких потребує свого узагальнення та визначення ефективності і показань щодо їх використання при даній патології.

Мета. Визначити тактику хірургічного лікування пацієнтів з дефектами кісток та суглобів внаслідок вогнепальних поранень.

Матеріали та методи

Робота заснована на дослідженні результатів хірургічного лікування 174 пацієнтів з дефектами кісток та суглобів внаслідок вогнепальних поранень. Всі хворі знаходились на стаціонарному лікуванні у травматологічному відділенні або суміжних відділеннях хірургічної служби ВМКЦ Східного регіону у період з листопада 2023 року по квітень 2026 року. Госпіталізація хворих здійснювалась за ургентними показами під час доставки евакуаційним санітарним транспортом до ВМКЦ Східного регіону з зони бойових дій та за

плановими показами відповідно до скерувань медичних рот військових частин. Матеріали дослідження були схвалені локальним комітетом з біоетики ВМКЦ Східного регіону (протокол № 3 від 18.03.2024 р.).

Механізм травм у всіх хворих був обумовлений впливом високоенергетичного озброєння. Для визначення характеру ушкодження використовувалась класифікація кісткових дефектів, запропонована К. D. Tetsworth зі співавт. (2021) [8]. Відповідно до типу госпіталізації та задач хірургічного лікування пацієнтам проводились стандартні загальноклінічні та біохімічні дослідження крові та сечі, бактеріологічні дослідження, визначався рівень гострофазових білків крові, виконувалась стандартна рентгенографія, спіральна комп'ютерна томографія (СКТ), електронеуроіографія (ЕНМГ), ультразвукове дослідження судин кінцівок (УЗД).

Всім хворим в залежності від часу отримання поранення та відповідно до принципів Damage Control Orthopedics виконувались різноманітні хірургічні втручання. В гострому періоді травматичної хвороби хворим виконувалась хірургічна обробка ран (первинна або повторна) та після стабілізації стану поранені скеровувались на наступний етап евакуації. Частині хворих під час виконання повторної хірургічної обробки проведено встановлення тимчасового цементного антибактеріального спейсера зі стабілізацією у апараті зовнішньої фіксації. При плановій госпіталізації до травматологічного відділення хворим виконувались реконструктивно-відновні втручання з приводу дефектів кісток та суглобів показами до проведення яких були - дефект кісткової тканини в ділянці сегменту кінцівки або суглобу внаслідок вогнепального поранення, загоєння м'яких тканин у ділянці реконструктивно-відновного втручання та відсутність ознак загальної та локальної інфекції.

Для заміщення кісткових дефектів використовували ауто-, ксенотрансплантати та різноманітні кісткові замітники на тлі методики Masquelet з накістковою і внутрішньокістковою фіксацією трансплантата; метод «Double-Plating» з ауто-, ксенокістковою та змішаною пластикою; індивідуальні титанові імплантати, виготовлені методом 3D-друку; методики моно-, би- та трифокального позавогнищезового остеосинтезу за Г. А. Ілізаровим.

Результати. При дослідженні результатів хірургічного лікування 174 пацієнтів з дефектами кісток та суглобів внаслідок вогнепальних поранень, які знаходились на стаціонарному лікуванні у травматологічному відділенні або суміжних відділеннях хірургічної

служби ВМКЦ Східного регіону у період з листопада 2023 року по квітень 2026 року було встановлено, що найчастішим ускладненням лікування був розвиток інфекційного процесу.

Розвиток інфекції при вогнепальних пораненнях з дефектами кісток та суглобів пов'язаний з наявністю бактеріального забруднення в ділянці поранення, а також можливим гематогенним поширенням патогенних мікроорганізмів з інших забруднених ділянок поранення. Також негативний вплив спричиняє супутній судинний або неврологічний дефіцит [6]. Тому окрім необхідності виконання якісної радикальної хірургічної обробки поранення (як первинної, так і повторної), необхідно пам'ятати про сучасну стратегію застосування антимікробних засобів, яка заснована як на системному (ентеральне або парентеральне введення антибактеріальних засобів), так і на місцевому (антибактеріальні цементні спейсери, цементні буси тощо) створенні осередку антибактеріального бар'єру. Такий підхід забезпечує створення позитивних умов для виконання реконструктивно-відновного втручання якомога раніше з часу отримання поранення.

Взагалі розуміння патофізіології остеомієліту є ключовим моментом для розробки найкращих хірургічних заходів для профілактики і лікування інфекційних ускладнень при лікуванні пацієнтів з дефектами кісток та суглобів внаслідок вогнепальних поранень [6].

При спостереженні за пацієнтами у нашому дослідженні було встановлено, що певний відсоток інфекційних ускладнень пов'язаний з практикою заміни методу фіксації зі стрижньового апарату зовнішньої фіксації на внутрішній - накістковий або внутрішньокістковий остеосинтез. За цих умов, при наявності залишених у м'яких тканинах фрагментів бойового снаряду, хибного виконання хірургічної обробки ран на попередніх етапах медичної евакуації, створюються передумови для розвитку типового післятравматичного остеомієліту на ділянці пошкодженого сегменту кінцівки. Нажаль цьому сприяють умови роботи відділення у режимі етапу медичної евакуації, коли лікуючий лікар не бачить результатів своїх втручань, а видалення металоконструкції виконується в іншому закладі. На наш погляд, за умов вогнепального поранення з наявністю дефекту кісток та суглобів доцільно використання апаратів позавогнищевої фіксації, які повинні відповідати вимогам первинного та остаточного методу лікування, а конверсію метода лікування доцільно проводити шляхом усунення недоліків конструкції та її оптимізації відповідно до наявної клінічної ситуації.

На сьогоднішній день набули широкого поширення технології виготовлення індивідуального імплантату за допомогою 3D-друку при дефектах кісток та суглобів внаслідок вогнепальних поранень. Проте також слід пам'ятати про високий ризик виникнення та розвитку інфекційних ускладнень після встановлення таких конструкцій. Нажаль в клінічній практиці спостерігаються випадки, коли необхідно видаляти встановлену конструкцію внаслідок розвитку інфекційного ускладнення навіть через декілька років після хірургічного втручання. Це необхідно враховувати ще на етапі планування хірургічного втручання для того щоб імплантуєма конструкція мала не тільки остеоіндуктивні властивості, а й створювала певний антибактеріальний захист в ділянці відновленого дефекту. Перспективним напрямком є використання композитних індивідуальних імплантатів та антимікробних пептидів, які мають унікальний бактерицидний механізм, що значно знижує ймовірність розвитку бактеріальної резистентності та інфекційного процесу [9, 10].

Гарні результати при лікуванні пацієнтів з дефектами кісток та суглобів внаслідок вогнепальних поранень показали методики позавогнищезового остеосинтезу. На етапі загоєння м'яко-тканинних структур апарат зовнішньої фіксації дозволяє фіксувати кісткові фрагменти, утримувати в ділянці кісткового дефекту антибактеріальний цементний спейсер, активно втручатись у лікування та профілактику інфекційного процесу. На етапі безпосереднього відновлення кісткового дефекту апарат зовнішньої фіксації за допомогою методик моно-, би- та трифокального позавогнищезового остеосинтезу за Г.А.Ілізаровим дозволяє відновити довжину сегмента кінцівки або створити позитивні умови для кісткової консолідації за умов компресійного артрорезу [11-13].

Таким чином, хірургічне лікування пацієнтів з дефектами кісток та суглобів внаслідок вогнепальних поранень потребує комплексного підходу для визначення показань щодо виконання оперативного втручання, яке не повинно призводити до розвитку або загострення інфекційного процесу.

Висновки. Хірургічне лікування пацієнтів з дефектами кісток та суглобів внаслідок вогнепальних поранень є актуальною проблемою сьогодення внаслідок поширеності цієї патології та негативних наслідків для пацієнта і вимагає комплексного підходу для свого вирішення.

Вогнепальне поранення необхідно завжди розглядати як потенційний осередок бактеріального забруднення з наявними різноманітними супутніми судинними та неврологічними порушеннями, незважаючи на відсутність клінічних ознак наявності латентної інфекції та змін з боку різноманітних гострофазових білків крові.

За умов вогнепального поранення з наявністю дефекту кісток та суглобів доцільно використання апаратів позавогнищевої фіксації, які повинні відповідати вимогам первинного та остаточного методу лікування, а конверсію метода лікування доцільно проводити шляхом усунення недоліків конструкції та її оптимізації відповідно до наявної клінічної ситуації.

При хірургічному лікуванні пацієнтів з дефектами кісток та суглобів внаслідок вогнепальних поранень найбільш доцільно використовувати методи позавогнищевої фіксації кісткових уламків з використанням методик кісткового транспорту за Г.А. Ілізаровим.

При використанні індивідуальних імплантатів, виготовлених за допомогою 3-D друку для хірургічного лікування пацієнтів з дефектами кісток та суглобів внаслідок вогнепальних поранень для профілактики розвитку інфекційних ускладнень, доцільно використовувати композитні конструкції з антибактеріальними властивостями.

Список літератури

1. Rodionov A., Nosivets D., Bets V., Voronets V., Denysiuk M. (2024). Хірургічне лікування дефектів кісток кінцівок унаслідок вогнепальних поранень. Ортопедія, травматологія та протезування, (4), 76-81. <https://doi.org/10.15674/0030-59872024476-81>
2. Yu D., Shen W., Dai J., Zhu H. Treatment of large bone defects in load-bearing bone: traditional and novel bone grafts. J Zhejiang Univ Sci B. 2025; 26(5):421-447. 30. doi:10.1631/jzus.B2300669
3. Mahajan U., Usman A., Asif A., et al. A Review of Current Concepts in The Management of Bone Defects in Trauma and Orthopaedics. Georgian Med News. 2025; (367):32-35.
4. Yang H., Lu C., Xu B., et al. Research progress of 3D-printed PLGA scaffolds for the treatment of bone defects. Biomed Eng Online. 2025;25(1):14. doi:10.1186/s12938-025-01505-2
5. Liu Y., Ren H., Ma G., et al. Modified Masquelet technique coupled with vascularized fibular transplantation (transposition) in the reconstruction of ultra-long structural bone defects following osteomyelitis debridement: clinical application and preliminary study on therapeutic outcomes. BMC Musculoskelet Disord. 2025; 26(1):833. doi:10.1186/s12891-025-09090-0

6. Birt M.C., Anderson D.W., Toby E.B., Wang J. (2017). Osteomyelitis: Recent advances in pathophysiology and therapeutic strategies. *J. Orthop.*14, 45-52. <https://doi.org/10.1016/j.jor.2016.10.004>
7. Ying D., Zhang T., Qi M., Han B., Dong B. Artificial Bone Materials for Infected Bone Defects: Advances in Antimicrobial Functions. *ACS Biomater Sci Eng.* 2025;11(4):2008-2036. doi:10.1021/acsbiomaterials.4c01940
8. Tetsworth K.D., Burnand H.G., Hohmann E., Glatt V. (2021). Classification of bone defects: An extension of the orthopaedic trauma association open fracture classification. *Journal of orthopaedic trauma*, 35(2), 71-76. <https://doi.org/10.1097/bot.0000000000001896>
9. Wang J., Dou X., Song J., et al. Antimicrobial peptides: Promising alternatives in the post feeding antibiotic era. *Med Res Rev.* 2019; 39:831-859. <https://doi.org/10.1002/med.21542>
10. Hao Z., Chen R., Chai C., Wang Y., Chen T., Li H., Hu Y., Feng Q., Li J. (2022), Antimicrobial peptides for bone tissue engineering: Diversity, effects and applications. *Front. Bioeng. Biotechnol.* 10:1030162. doi: 10.3389/fbioe.2022.1030162
11. Ilizarov G.A., Green S.A. *The Transosseous Osteosynthesis: Theoretical and Clinical Aspects of the Regeneration and Growth of Tissue.* Berlin; New York: Springer-Verlag, 1992.
12. Solomin L. *The Basic Principles of External Skeletal Fixation Using the Ilizarov and Other Devices.* 2nd Edition, Kindle Edition, Springer, 2013. ISBN-13 978-8847026193
13. Prakash L. *The Magic of Ilizarov, techniques, tips, tricks, pitfalls, and methods (Orthopaedic techniques)* Institute for Special Orthopaedics Chennai India. 2016. ISBN-10 8192435016