



TERRA ORTHOPAEDICA

3

126 | 2025

український науково-практичний журнал

ДУ "ІНСТИТУТ ТРАВМАТОЛОГІЇ
ТА ОРТОПЕДІЇ НАМН УКРАЇНИ"

SI «Institute of Traumatology
and Orthopedics of NAMS of Ukraine»

TERRA ORTHOPAEDICA

Ukrainian Journal of Research and Practice
Est. October 1999 as
«HERALD OF ORTHOPEDICS,
TRAUMATOLOGY AND PROSTHETICS»
(until 2022 inclusive)
Published 4 times a year

3 (126) – 2025

EDITORIAL BOARD

Editor-in-Chief A.P. Liabakh
Executive secretary O.O. Kostруб

M.L. Ankin (Kyiv, Ukraine)
O.A. Bur'yanov (Kyiv, Ukraine)
C.N. van Dijk (Amsterdam, Netherlands)
O.V. Dolhopolov (Kyiv, Ukraine)
V.V. Filipchuk (Kyiv, Ukraine)
V.A. Filipenko (Kharkiv, Ukraine)
I.V. Fishchenko (Kyiv, Ukraine)
G.V. Gayko (Kyiv, Ukraine)
S.I. Gerasymenko (Kyiv, Ukraine)
M.P. Grytsay (Kyiv, Ukraine)
Y.M. Guk (Kyiv, Ukraine)
O.G. Haiko (Kyiv, Ukraine)
V.V. Hryhorovskiy (Kyiv, Ukraine)
A.V. Kalashnikov (Kyiv, Ukraine)
V.G. Klymovitskiy (Donetsk, Ukraine)
M.O. Korzh (Kharkiv, Ukraine)
I.M. Kurinnyi (Kyiv, Ukraine)
O.E. Loskutov (Dnipro, Ukraine)
S. Magomedov (Kyiv, Ukraine)
W.J. Marzcynski (Warsaw, Poland)
Ph. Neiret (Lyon, France)
J.A. Nyland (Louisville, USA)
I.V. Poliachenko (Kyiv, Ukraine)
V.V. Povoroznyuk (Kyiv, Ukraine)
V.O. Radchenko (Kharkiv, Ukraine)
R. Seil (Luxembourg)
A.T. Stashkevych (Kyiv, Ukraine)
I.V. Roy (Kyiv, Ukraine)
S.S. Strafun (Kyiv, Ukraine)
I.M. Zazirnyi (Kyiv, Ukraine)
Terra Orthopaedica
<http://visnyk.uaot.com.ua>

Bulvarno-Kudriavska St., 27,
Kyiv, Ukraine 01601
Tel/Fax: +38 (044) 486-66-28

ДУ «Інститут травматології
та ортопедії НАМН України»

TERRA ORTHOPAEDICA

УКРАЇНСЬКИЙ НАУКОВО-ПРАКТИЧНИЙ ЖУРНАЛ
Заснований у жовтні 1999 р. як
«ВІСНИК ОРТОПЕДІЇ,
ТРАВМАТОЛОГІЇ ТА ПРОТЕЗУВАННЯ»
(до 2022 року включно)
Видається 4 рази на рік

3 (126) – 2025

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Головний редактор А.П. Лябах
Відповідальний секретар О.О. Коструб

M.L. Анкін (Київ)
O.A. Бур'янов (Київ)
O.G. Гайко (Київ)
G.V. Гайко (Київ)
S.I. Герасименко (Київ)
B.V. Григоровський (Київ)
M.P. Грицай (Київ)
Ю.М. Гук (Київ)
К.Н. ван Дайк (Амстердам, Нідерланди)
O.V. Долгополов (Київ)
I.M. Зазірний (Київ)
A.B. Калашніков (Київ)
B.G. Климовицький (Донецьк)
M.O. Корж (Харків)
I.M. Курінний (Київ)
O.E. Лоскутов (Дніпро)
C. Магомедов (Київ)
В.Й. Марчинський (Варшава, Польща)
Ф. Нейрет (Ліон, Франція)
Д.А. Найланд (Луїсвіль, США)
Ю.В. Поляченко (Київ)
В.О. Радченко (Харків)
I.B. Рой (Київ)
Р. Сейл (Люксембург)
А.Т. Сташкевич (Київ)
С.С. Страфун (Київ)
В.А. Філіпенко (Харків)
В.В. Філіпчук (Київ)
Я.В. Фіщенко (Київ)

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації
«Terra Orthopaedica»: серія КВ № 25385-15325 ПР від 11.01.2023 р.
Журнал внесено до переліку наукових фахових видань України, в яких можуть
публікуватися результати дисертаційних робіт у галузі медичних наук
(Наказ Міністерства освіти і науки України № 1188 від 24.09.2020
(зі змінами від 21.02.2024 №220)).

Адреса редакції: 01601, Україна, м. Київ, вул. Бульварно-Кудрявська, 27.
Тел.: (044) 486-42-49, 486-60-65, тел./факс: (044) 486-66-28,
e-mail: terraorthopaedica@gmail.com.
Веб-сайт журналу: <http://visnyk.uaot.com.ua>.

Усі права захищені. Будь-яке відтворення матеріалів або фрагментів із них можливе
лише за письмовою згодою авторів і редакції, посилання на видання обов'язкове.
Редакція залишає за собою право редагувати подані матеріали.
Затверджено до друку рішенням редколегії від 11.12.2025 р.

© Журнал «Terra Orthopaedica», 2025



ЗМІСТ

ОРИГІНАЛЬНІ ПУБЛІКАЦІЇ

Характеристика іпсилатеральних пошкоджень нижніх кінцівок у постраждалих з політравмою
Танасієнко П.В., Єсипенко В.С. 4

Характер ушкоджень сухожилків ротаторної манжети плеча та довгої голівки біцепса у хворих з різними ступенями ротаторної артропатії плечового суглоба
Страфун С.С., Богдан С.В., Баранніков К.В. 10

The analysis of trauma character and severity in patients with shoulder girdle combat injuries
Dolhopolov O., Bezruchenko S., Zinchenko V., Zanko I., Vorona A. 16

Тотальне ендопротезування кульшового суглоба після переломів кульшової западини
Торчинський В.П., Лябах А.П. 24

Аналіз напружено-деформованого стану моделі гомілки з багатоуламковим переломом проксимального кінця великогомілкової кістки при різних варіантах її остеосинтезу під впливом згинаючого навантаження в сагітальній площині
Бур'янов О.А., Кваша В.П., Гліба Г.Г., Карпінський М.Ю., Яресько О.В. 35

Аналіз структури вогнепальних ушкоджень нервів верхньої кінцівки в умовах сучасних бойових дій
Страфун С.С., Курінний І.М., Богдан С.В., Лисак А.С. 44

ORIGINAL PUBLICATIONS

Characteristics of Ipsilateral Lower Limb Injuries in Patients with Polytrauma
Tanasiienko P.V., Yesypenko V.S. 4

The Nature of Tendon Injuries of the Rotator Cuff and the Long Head of the Biceps in Patients With Different Grades of Rotator Cuff Arthropathy
Strafun S.S., Bohdan S.V., Barannikov K.V. 10

Аналіз характеру та тяжкості ушкоджень у пацієнтів із бойовою хірургічною травмою надпліччя
Долгополов О.В., Безрученко С. О., Зінченко В.В., Занько І.С., Ворона А.О. 16

Total Hip Arthroplasty After Acetabular Fractures
Torchynskyi V.P., Liabakh A.P. 24

Analysis of the Stress-Strain State of a Model of the Tibia With a Comminuted Fracture of the Proximal Tibia Under Different Variants of Osteosynthesis Under Bending Load in the Sagittal Plane
Burianov O.A., Kvasha V.P., Hliba H.H., Karpinskyi M.Iu., Yaresko O.V. 35

Analysis of the Structure of Combat-Related Injuries to the Nerves of the Upper Limb in Modern Combat Operations
Strafun S.S., Kurinnyi I.M., Bohdan S.V., Lysak A.S. 42

ДАЙДЖЕСТ

**ORTHO FEST KYIV 2025: Інноваційні
технології в лікуванні поліструктурної
травми кінцівок 52**

ЮБІЛЕЇ

Корольков О. І. 54

**Умови публікації в журналі
«TERRA ORTHOPAEDICA» 56**

**Terms of publication in
«TERRA ORTHOPAEDICA»..... 59**

Характеристика іпсилатеральних пошкоджень нижніх кінцівок у постраждалих з політравмою

Танасієнко П.В.¹ ✉, Єсипенко В.С.¹

Резюме: Вступ: Іпсилатеральний перелом стегнової та гомілкової кісток, що включає діафізарну, метафізарну та внутрішньосуглобову ділянки кісток називають плаваюче коліно. Плаваюче коліно є результатом сильної високоенергетичної травми, під час якої пацієнти отримують значні травми, іноді небезпечні для життя. Метою нашого дослідження було визначити причини виникнення різних видів іпсилатеральних переломів нижніх кінцівок та їх розподіл в результаті політравми. **Матеріали і методи:** У нашому дослідженні приймало участь 67 пацієнтів, у яких було верифіковано іпсилатеральні переломи стегна та гомілки з політравмою. Дана когорта пацієнтів знаходилась на лікуванні у КНП «Одеська міська клінічна лікарня №11» у період з 2013 по 2023 роки. **Результати:** За результатами аналізу масиву дослідження у групах спостереження виявлено, що травмогенез пошкоджень серед пацієнтів з іпсилатеральними пошкодженнями нижніх кінцівок в результаті політравми був схожим. У першій групі серед причин травмування переважали випадки, пов'язані з ДТП, що становили 79,5%. Кататравма спостерігалась у 18,2% пацієнтів, а побутова травма – у 2,3% пацієнтів. У другій групі ДТП виявлялось у 78,3% випадків, кататравма у 21,7% випадків, постраждалих з побутовою травмою у даній групі виявлено не було. **Висновки:** Іпсилатеральні пошкодження нижніх кінцівок є тяжким пошкодженням, що виникає в результаті високоенергетичної травми, серед причин якої превалює ДТП та кататравма. У пацієнтів масиву дослідження найчастіше поєднувались черепно-мозкова та торакальна травми, що значно утруднювало надання медичної допомоги постраждалим цієї категорії. Серед пацієнтів з іпсилатеральними пошкодженнями нижніх кінцівок в результаті політравми найчастіше зустрічаються пошкодження типу I за Фрейзером, що вказує на особливості лікування цього типу переломів у постраждалих з політравмою.

Ключові слова: переломи, стегно, гомілка, плаваючий суглоб, політравма, лікування, класифікація, травмогенез, ДТП, кататравма

Вступ

Проблема політравми протягом останніх десятиліть займає одне з провідних місць у медицині за своєю актуальністю. Неухильне зростання травматизму, пов'язане з різноманітними надзвичайними ситуаціями, екологічними та кримінальними катастрофами, збільшенням числа дорожньо-транспортних пригод, визначає проблему лікування політравми.

За даними ВООЗ, смертність від політравми посідає третє місце у структурі загальної летальності після онкологічних та серцево-судинних захворювань, а в групі чоловіків вікової категорії 18-40

років є основною причиною смертельних наслідків. Травма скелета як домінуюче пошкодження при політравмі виявляється у 45-68% пацієнтів [1]. Згідно результатів НДР ДУ «ІТО НАМНУ», серед усіх переломів довгих кісток кінцівок переломи нижніх кінцівок становлять 47,3%, з них 48,3% – діафізарні, серед яких 20,9% складають відкриті переломи, 79,1% – закриті [2]

Клінічне визначення іпсилатеральних переломів нижніх кінцівок бере свій початок з 1965 року, коли Блейк і Макбрайд вперше описали цей вид травми у пацієнтів з множинною травмою. Автори віднесли до іпсилатеральних пошкоджень перелом діафізів стегнової та великогомілкової кісток. На початку, багато спеціалістів скептично віднесли до виділення цих пошкоджень у нову нозологію, що пояснювалось досить малою

✉ Танасієнко П.В., radix.vn@ukr.net

¹Вінницький національний медичний університет ім. М.І. Пирогова, Україна, Вінниця

частотою виникнення такої травми у 60-ті роки минулого століття, однак з часом у літературі почали з'являтися повідомлення, що підтверджували правоту щодо виокремлення цього пошкодження [3]. Деякі спеціалісти вважали, що дана травма має багато критеріїв і почали називати її як «плаваюче коліно» по аналогії з уведеним раніше терміном «плаваюче стегно», що означало іпсилатеральне пошкодження вертлюгової западини і стегнової кістки. Пізніше, до цього терміна пристали й Блейк та Макбрайд, які у своїх роботах після 1975 року також перейшли на його використання та визначали це пошкодження як іпсилатеральний перелом стегнової та великогомілкової кісток, що включає діафізарну, метафізарну та внутрішньосуглобову ділянки. Плаваюче коліно є результатом сильної високоенергетичної травми, під час якої пацієнти отримують значні ушкодження, іноді небезпечні для життя [4, 5].

Існує багато факторів, таких як тип перелому (відкритий, внутрішньосуглобове ураження) або супутні травми, які впливають на функціональні результати при іпсилатеральному переломі стегнової та великогомілкової кісток у дорослих. При лікуванні іпсилатеральних переломів стегнової та гомілкової кісток у дорослих надають перевагу сучасним методам, що дозволяють ранню реабілітацію [6]. Однак оптимальний хірургічний метод лікування пацієнтів з плаваючим коліном все ще залишається суперечливим через різну структуру цих переломів. Важливо також підкреслити, що повідомляється про ускладнення, пов'язані з випадками плаваючого коліна, наприклад інфекції, крововтрата, жирові емболії, затримка консолидації, псевдоартроз, скутість суглобів, тривала госпіталізація та нездатність підтримувати вагу. Щоб встановити метод лікування, як і при деяких інших травмах, надзвичайно важливо, щоб існувала адекватна класифікація кожного випадку. Системи класифікації мають на меті полегшити спілкування між лікарями, допомогти в документуванні та дослідженні, оцінити прогноз і скерувати терапію.

Метою нашого дослідження було визначити причини виникнення різних видів іпсилатеральних переломів нижніх кінцівок та їх розподіл в результаті політравми.

Матеріали і методи

У проведеному дослідженні взяли участь 67 пацієнтів, у яких верифіковано іпсилатеральні переломи стегна та гомілки з політравмою. Дана когорта пацієнтів знаходилась на лікуванні у КНП «Одеська міська клінічна лікарня №11» у період з

2013 по 2023 роки. Для якісного аналізу фактичного матеріалу дослідження ми поділили його на дві рандомізовані групи. До першої групи увійшли 44 пацієнти, які відповідали критеріям включення до нашого дослідження та лікування яких закінчилось одужанням. У відносному значенні абсолютного показника пацієнти першої групи становили 65,7% від загального масиву дослідження. Чоловіків у першій групі було 33 (75,0%), а жінок відповідно – 11 (25,0%). Середній вік пацієнтів групи становив $35,5 \pm 6,2$ роки. До другої групи увійшли 23 пацієнти, що відповідали критеріям включення до нашого дослідження та лікування яких закінчилось летальним результатом. Чоловіків у першій групі було 16 (69,6%), а жінок відповідно – 7 (30,4%). Середній вік пацієнтів групи становив $47,2 \pm 7,7$ роки. Критерії включення у масив дослідження: вік пацієнта старше 18 років, стаціонарне лікування у КНП МКЛН №11 м. Одеси у період 2013 по 2023 роки, підтверджений діагноз політравми з бальною оцінкою за Injury Severity Score (ISS) більше 18 балів, наявність відкритих, закритих множинних (два і більше сегменти) переломів стегнової та великогомілкової кістки, відсутність тяжкої соматичної патології, що безпосередньо вплинуло на результат травматичного процесу.

Статистична обробка проводилась за допомогою непараметричної методики. Враховуючи чисельність ознак, що аналізуються та необхідність забезпечення одноманітності результативних показників, для здійснення коректного порівняння, нами була обрана методика обрахування коефіцієнту поліхоричного показника зв'язку, що запропонована К. Пірсоном.

Результати: Результати аналізу масиву дослідження у групах спостереження виявив, що травмогенез пошкоджень серед пацієнтів з іпсилатеральними пошкодженнями нижніх кінцівок в результаті політравми був схожим. Так, у першій групі серед причин травмування переважали пацієнти з ДТП, що було виявлено у 79,5% випадків. Катастрофа спостерігалась у 18,2% пацієнтів, а побутова травма – у 2,3% пацієнтів. У другій групі ДТП виявлялась у 78,3% випадків, кататравма у 21,7% випадків, постраждалих з побутовою травмою у даній групі не було.

У пацієнтів з політравмою іпсилатеральні переломи нижніх кінцівок поєднувались з пошкодженнями інших систем. Серед пацієнтів першої групи переважали поєднання з торакальною травмою, що було виявлено у 29,5% випадків, черепно-мозковою травмою у 22,7% випадків, абдомінальною травмою – 18,1% випадків, іншою скелетною травмою – 13,6% випадків. У 16,1% пацієнтів першої групи були три і більше пошкоджуючих

фактори, слід відзначити, що у більшість з них була зареєстрована краніо-торако-скелетна травма. Серед пацієнтів другої групи розподіл був дещо іншим. Так, найчастішим поєднанням було іпсилатеральний перелом нижньої кінцівки та черепно-мозкова травма, що виявлялось у 39,1%, торакальна травма – 21,7%, абдомінальна травма – 8,7%, поєднана скелетна травма – 8,7%. У 21,8% пацієнтів було виявлено 3 і більше поєднаних ушкоджень при політравмі і переважуючою була крані-абдоміно-скелетна травма, що зустрічалась у третині випадків.

У нашій роботі ми використали загальноприйняту у світі клінічну класифікацію іпсилатеральних переломів нижньої кінцівки за Фрейзером (1975). На рис. 1 наведена клінічна класифікація іпсилатеральних переломів нижньої кінцівки за Фрейзером.

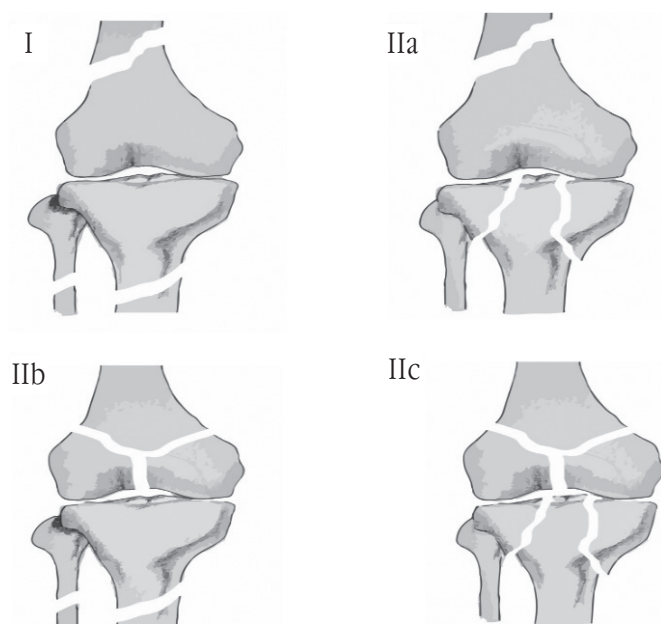


Рис. 1. Клінічна класифікація іпсилатеральних переломів нижньої кінцівки за Фрейзером (1975)

- Тип I – це діафізарний перелом стегнової та великогомілкової кісток, який може бути простим або осколковим, також називають «справжнім типом»
- Тип IIa – переломом діяфіза стегнової кістки, пов'язаним з переломом плато
- Тип IIb – внутрішньосуглобовий дистальний перелом стегнової кістки, що супроводжується переломом діяфіза великогомілкової кістки
- Тип IIc – внутрішньосуглобовий дистальний перелом стегнової кістки з переломом плато великогомілкової кістки.

Для більш повної характеристики пацієнтів масиву спостереження нами було проведено аналіз

розподілу іпсилатеральних переломів за класифікацією Фрейзера у групах спостереження. Результати аналізу наведені на рис. 2.

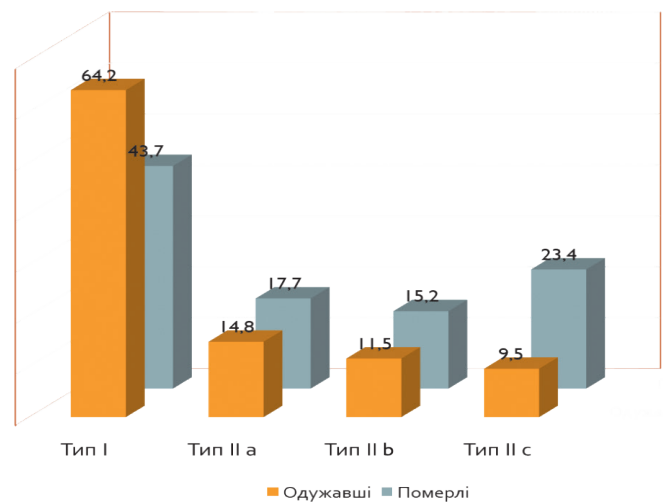


Рис. 2. Аналіз розподілу іпсилатеральних переломів за класифікацією Фрейзера у групах спостереження

Аналіз даних наведених на рис. 2 вказує, що у групах спостереження розподіл іпсилатеральних переломів нижніх кінцівок мав деякі відмінності. Так, на першому ранговому місці у першій групі виявлялись пацієнти з типом I пошкодження за Фрейзером. Цей тип пошкоджень був виявлений у 64,2% пацієнтів першої групи. Саме ці пацієнти посідали перше рангове місце у розподілі. У другій групі пацієнти з типом I також займали лідируючі рангові позиції, однак зустрічались у 43,7% випадків, що у майже 1,5 рази менше ніж у першій групі. Друге рангове місце у першій групі посідали пацієнти з пошкодженням типу IIa, що спостерігалось у 14,8% випадків. У другій групі пошкодження типу IIa виявлялось у 17,7% випадків, однак у ранговому розподілі посіло третє місце.

Пацієнти з пошкодженнями типу IIb у першій групі посіли третє рангове місце. Цей вид іпсилатеральних переломів нижніх кінцівок був виявлений у 11,5% пацієнтів першої групи і посів третє рангове місце. На відміну від першої групи у другій групі дане пошкодження зустрічалось 15,2% випадків. Ранговий розподіл визначив для пацієнтів з пошкодженнями типу IIb четверте останнє рангове місце. Найрідше у першій групі зустрічались пацієнти з типом IIc, що було виявлено у 9,5% випадків. Цей тип іпсилатеральних пошкоджень є найскладнішим для лікування. У другій групі пацієнти з пошкодженнями типу IIc зустрічались у 23,4% випадків, що у майже 2,5 рази частіше ніж серед пацієнтів першої групи. Ранговий розподіл другої групи визначив для них друге місце.

Для визначення статистичної достовірності наведених результатів нами проведено поліхоричний аналіз за методикою Пірсона. Показник взаємного сполучення ϕ^2 0,3202, поліхоричний показник зв'язку C 0,4938, критерій вірогідності Пірсона χ^2 21,4534. Наведені показники свідчать, що між ознаками існує прямий, позитивний, помірної сили зв'язок, а вказані положення знаходяться у межах поля вірогідності (χ^2 21,4534 $\geq \chi^2_{st}$ 11,3), тому вплив ознак є достовірним ($p \leq 0,01$).

Обговорення

Попередні дослідження проведені у світі показали, що на сьогоднішній день результати лікування флотаційних травм колінного суглоба є не завжди задовільними. На це можуть впливати складність перелому та стан м'яких тканин, які досить часто пошкоджуються при тяжкій високоенергетичній травмі. Системи класифікації переломів відіграють ключову роль у виборі лікування та прогнозі. Існують дві загальноприйняті системи класифікації, які використовуються для плаваючих травм коліна: класифікація, запропонована Blake і McBride, і класифікація, запропонована Fraser et al. [7]. На думку Mohamed SO, et al. (2019) плаваючі травми коліна, що супроводжуються сегментарними переломами та переломами надколінка, не включені в жодну з поточних систем класифікації, що виключає їх як проблему, хоча дана травма має місце у таких пацієнтів [8]. Наявність складних переломів і супутнє пошкодження м'яких тканин, а також проблеми з розгинальним механізмом роблять плаваючі травми коліна ще більш складними. Згідно літературних даних результати досліджень, проведених в останні роки повідомляють, що наявність відкритих переломів, супутніх сегментарних переломів і наявність внутрішньосуглобових переломів призводять до поганих результатів [6, 7]. Ran T., et al. (2013) запропонували модифікацію цієї класифікації, щоб, крім того, врахувати вплив на надколінник та складність перелому суглоба. Мета модифікації класифікації – оптимізація прогнозування, адже діафізарні переломи викликають менше ускладнень і функціональне відновлення відбувається краще, ніж при внутрішньосуглобових переломах [9]. Однак класифікація Ran T. не враховує діафізарні переломи, пов'язані з переломом надколінка, і жодна з цих класифікацій не розглядає асоційоване пошкодження м'яких тканин або зв'язок. Тим не менш, ці питання слід розглянути, оскільки вони можуть вплинути на планування лікування та спровокувати численні післяопераційні усклад-

нення. Pathak SK., et al. (2020) повідомляють, що десять пацієнтів мали перелом надколінка із них вісім пацієнтів мали низькі функціональні показники, які і були оцінені як «погані» за критеріями Карлстрома – Олеруда [10]. Alencar Neto JB, et al. (2021) заявляють, що надколінник є важливою структурою для механізму розгинання, і його переломи повинні бути включені до класифікації. У нашому дослідженні автори також виявили, що пацієнти з супутніми переломами надколінка мали гірші клінічні результати відповідно до критеріїв Карлстрома – Олеруда [11]. Ми пропонуємо включити наявність перелому надколінка в класифікацію через його вплив на результати.

Іпсилатеральні переломи стегнової та великогомілкової кісток майже завжди спричинені високоенергетичною травмою. Крім того, ця травма часто пов'язана з іншими небезпечними для життя станами, а також іншими переломами та ураженням м'яких тканин різного ступеня. Як наслідок, пацієнти зазвичай гемодинамічно нестабільні та потребують ретельного спостереження та реанімації протягом початкового періоду після травми. Необхідно приділяти ретельну увагу травмам, які загрожують життю, визначаючи ті, які можуть загрожувати ABCDE. Тому слід суворо дотримуватись прогресивних протоколів життєзабезпечення після травми та стабілізувати стан пацієнта до того, як розглядатиметься ортопедичне лікування [7]. Через механізм травми (висока енергія), епізоди плаваючого коліна часто пов'язані з іншими травмами, такими як переломи інших локалізацій або пошкодження зв'язок коліна. Крім того, з тієї ж причини можуть бути небезпечними для життя травми, наприклад травма голови, грудної клітини або живота. Тяжкість цих уражень відображається на смертності, яка коливається від 5 до 15%, згідно з даними літератури. За даними проведених досліджень серед пацієнтів з тяжким плаваючим коліном велика частота відкритих переломів (59–67% випадків) і серед них велика кількість пацієнтів (20–30%) потребують ампутації. У дослідженні проведеному Chavda AG, et al. (2018) зазначається, що пацієнти досліджуваної популяції з іпсилатеральними переломами стегнової та великогомілкової кісток, так званим плаваючим коліном, мали велику частоту супутніх травм – травми голови у 26% пацієнтів, 8,8% пацієнтів мали травми таза, а 54,8 – травми контралатеральних кінцівок [12]. У іншому дослідженні Piedra – Calle CA, et al. (2022) виявлено наявність 12,7% і 14,4% пацієнтів з травмами тазу і контралатеральних кінцівок відповідно. Наразі зареєстрований рівень смертності коливається від 5% до 15%, що відображає вплив супутніх травм [13]. Подібні дані публікує Bastian

JD., et al. (2023), вказуючи, що плаваюче коліно є пошкодженням, зазвичай спричиненим високоенергетичною травмою, і 74% з них пов'язані із загрозливими для життя станами, головним чином травмами голови, грудної клітки та черевно-тазових органів, і з рівнем смертності від 5% до 15%. Інші супутні травми, про які повідомляється в літературі, включають травму м'яких тканин, відкриті переломи, переломи контралатеральних кінцівок, компартмент-синдром і судинні пошкодження. Автори повідомляють, що лікування плаваючого коліна при використанні тактики DCO включає в себе не тільки стабілізацію обох переломів в апаратах зовнішньої фіксації, а і профілактику інфекційних ускладнень. Серед першочергових заходів автори виділяють очищення ран з допомогою санації, використання кульок з антибіотиками та негативного тиску за показаннями. Також автори наполягають приділяти велику увагу до лікування супутніх травм, особливо торакальної, черепно-мозкової та травми великих судин. У деяких пацієнтів з плаваючим коліном можливий розвиток компартмент синдрому, що потребує негайної фасціотомії [14].

У пацієнтів з плаваючим коліном типу I за Фрейзером, що включає в себе діафізарні переломи великогомілкової та стегнової кісток, апарат зовнішньої фіксації можна розмістити в кожному сегменті. Це потрібно робити в той час, коли пацієнт перебуває під анестезією. На цьому етапі важливо перевірити стабільність колінного суглобу, тому що в деяких випадках може знадобитися додаткова структура у вигляді моста з самим фіксатором або за допомогою фіксатора [5, 7]. При плаваючих колінах типу II, коли наявні внутрішньосуглобові переломи, для перемикавання коліна необхідно використовувати зовнішній фіксатор. У таких випадках важливо ретельно спланувати остаточну операцію, щоб цвяхи фіксатора не перешкоджали майбутнім підходам або розміщенню імплантатів. Якщо у лікуванні пацієнта планується серія діагностичних досліджень, серед яких має бути МРТ, деякі автори рекомендують використовувати фіксатор останнього покоління, який дозволяє вільно виконувати дане дослідження [7]. Етап, на якому повинна бути виконана остаточна фіксація перелому після тимчасової зовнішньої фіксації, є спірним питанням, але в цілому, на думку Tomar L et al. (2021) у багатьох випадках залежить від загального стану пацієнта та прогресу у відновленні м'яких тканин [15].

Незважаючи на те, що кілька авторів повідомили про добрі або відмінні результати лікування даних уражень [4, 8], досвід інших авторів показує, що високоенергетична травма, що є причиною виникнення плаваючого коліна, разом з низькою

частотою цієї травми та наявністю інших переломів або травм у пацієнтів з політравмою, значною мірою зумовлюють погані функціональні результати та високий рівень ускладнень, які часто спостерігаються після цієї травми [9, 11, 12].

Висновки

1. Іпсилатеральні пошкодження нижніх кінцівок є тяжким пошкодженням, що виникає в результаті високоенергетичної травми, серед причин якої переважає ДТП та кататравма.

2. У пацієнтів масиву дослідження найчастішим поєднанням були черепно-мозкова та торакальна травма, а також їх комбінація, що значно утруднює надання медичної допомоги постраждалим цієї категорії;

3. Серед пацієнтів з іпсилатеральними пошкодженнями нижніх кінцівок в результаті політравми найчастіше зустрічаються пошкодження типу I за Фрейзером, що вказує на особливості лікування цього типу переломів у постраждалих з політравмою.

References

1. Гур'єв СО, Кушнір ВА, Сацик СП, Гребенюк ВІ. Дорожньо-транспортна травма на фоні алкогольної інтоксикації: клініко-епідеміологічний аналіз за ознакою участі в русі. *Травма*. 2021;22(2):17–23. doi:10.22141/1608-1706.2.22.2021.231954.
2. Guriev SO, Kushnir VA, Satsyk SP, Grebenyuk VI. Road traffic injury on the background of alcohol intoxication: clinical and epidemiological analysis by the sign of participation in traffic. *Trauma*. 2021;22(2):17–23. doi:10.22141/1608-1706.2.22.2021.231954. [in Ukrainian]
3. Страфун СС, Гур'єв СО, Сацик СП. Медичні аспекти дорожньо-транспортного травматизму в Україні: шляхи вирішення проблеми. *Збірник наукових праць XVIII з'їзду ортопедів-травматологів України*. Івано-Франківськ; 2019. с. 45.
4. Strafun SS, Guriev SO, Satsyk SP. Medical aspects of road traffic injuries in Ukraine: ways to solve the problem. *Proceedings of the XVIII Congress of Orthopedic Traumatologists of Ukraine*. Ivano-Frankivsk; 2019. p. 45. [in Ukrainian]
5. Rollo G, Falzarano G, Ronga M, Bisaccia M, Grubor P, Erasmo R, et al. Challenges in the management of floating knee injuries: results of treatment and outcomes of 224 consecutive cases in 10 years. *Injury*. 2019;50(Suppl 4):S30–8. doi:10.1016/j.injury.2019.03.016.
6. Yashavantha Kumar C, Nalini KB, Nagaraj P, Jawali A. Ipsilateral floating hip and floating knee: a rare entity. *J Orthop Case Rep*. 2013;3(3):3–6. doi:10.13107/jocr.2250-0685.105.
7. Vallier HA, Manzano GW. Management of the floating knee: ipsilateral fractures of the femur and tibia. *J Am Acad Orthop Surg*. 2020;28(2):e47–54. doi:10.5435/JAAOS-D-18-00740.

6. Doe K, Satalich J, Perdue P. Acute management of combined floating hip and knee injury: a case report. *J Orthop Case Rep.* 2022;12(4):84–7. doi:10.13107/jocr.2022.v12.i04.2778.
7. Pfeifer R, Klingebiel FK, Halvachizadeh S, Kalbas Y, Pape HC. How to clear polytrauma patients for fracture fixation: results of a systematic review of the literature. *Injury.* 2023;54(2):292–317. doi:10.1016/j.injury.2022.11.008.
8. Mohamed SO, Ju W, Qin Y, Qi B. The term «floating» used in traumatic orthopedics. *Medicine (Baltimore).* 2019;98(7):e14497. doi:10.1097/MD.00000000000014497.
9. Ran T, Hua X, Zhenyu Z, Yue L, Youhua W, Yi C, et al. Floating knee: a modified Fraser's classification and the results of a series of 28 cases. *Injury.* 2013;44(8):1033–42. doi:10.1016/j.injury.2012.12.012.
10. Pathak SK, Gautam RK, Chawla J, Jindal RC. An approach to floating knee injury in Indian population: an analysis of 52 patients. *Indian J Orthop.* 2020;54(Suppl 2):421–2. doi:10.1007/s43465-020-00246-9.
11. Alencar Neto JB, Osório Neto EB, Souza CJD, da Rocha PHM, Cavalcante MLC, Lopes MBG. Evaluation of the interobserver agreement of the Fraser and Blake & McBryde classifications for floating knee. *Rev Bras Ortop (Sao Paulo).* 2021;56(4):459–62. doi:10.1055/s-0040-1713388.
12. Chavda AG, Lil NA, Patel PR. An approach to floating knee injury in Indian population: an analysis of 52 patients. *Indian J Orthop.* 2018;52(6):631–7. doi:10.4103/ortho.IJOrtho_31_17.
13. Piedra-Calle CA, García-Sánchez Y, Teixidor-Serra J, Tomás-Hernández J, Selga-Marsá J, Porcel-Vázquez JA, et al. Challenges and outcomes in the treatment of floating knees: a case series of ipsilateral femur and tibia fractures around the knee. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2022;32(2):325–31. doi:10.1007/s00590-021-02981-7.
14. Bastian JD, Ivanova S, Mabrouk A, Biberthaler P, Caba-Doussoux P, Kanakaris NK. Surgical fixation of ipsilateral femoral neck and shaft fractures: a matter of debate? *EFORT Open Rev.* 2023;8(9):698–707. doi:10.1530/EOR-23-0006.
15. Tomar L, Govil G, Dhawan P. Bilateral periprosthetic knee fracture with the right floating total knee and left periprosthetic patella fracture management strategy: a case report. *J Orthop Case Rep.* 2021;11(2):1–5. doi:10.13107/jocr.2021.v11.i02.2000.

Characteristics of Ipsilateral Lower Limb Injuries in Patients with Polytrauma

Tanasiienko P.V.¹✉, Yesypenko V.S.¹

¹Vinnitsia National Pirogov Memorial Medical University, Vinnitsia, Ukraine

Summary. Introduction. Ipsilateral fractures of the femur and tibia involving the diaphyseal, metaphyseal, and intra-articular segments of the bones are referred to as a «floating knee». A floating knee typically results from high-energy trauma, during which patients sustain severe and sometimes life-threatening injuries. **Objective.** Our study aimed to determine the causes of different types of ipsilateral lower limb fractures and their distribution in patients with polytrauma. **Materials and Methods.** The study included 67 patients with verified ipsilateral femoral and tibial fractures with polytrauma. This cohort was treated at Odesa City Clinical Hospital No. 11 between 2013 and 2023. **Results.** Analysis of the study cohort revealed that the traumatogenesis of injuries among patients with ipsilateral injuries of the lower extremities resulting from polytrauma was similar across the groups. In the first group, road traffic accidents prevailed as the cause of injury, accounting for 79.5% of cases. Catastrauma was observed in 18.2% of patients, while domestic trauma occurred in 2.3%. In the second group, road traffic accidents accounted for 78.3% of cases, and catastrauma for 21.7%; no domestic injuries were reported in this group. **Conclusions.** Ipsilateral injuries of the lower extremities are severe injuries resulting from high-energy trauma, with road traffic accidents and catastrauma being the prevailing causes. In the study cohort, the most frequent combination was craniocerebral and thoracic trauma, which significantly complicated the provision of medical care to this category of patients. Among patients with ipsilateral injuries of the lower extremities resulting from polytrauma, Fraser type I injuries were the most common, indicating the peculiarities of the treatment of this type of fractures in patients with polytrauma.

Keywords: fractures; hip; lower leg; floating knee; polytrauma; treatment; classification; traumatogenesis; road traffic accident; catastrauma.

Характер ушкоджень сухожилків ротаторної манжети плеча та довгої голівки біцепса у хворих з різними ступенями ротаторної артропатії плечового суглоба

Страфун С.С.¹, Богдан С.В.^{1✉}, Баранніков К.В.²

Резюме. Вступ. Ротаторна артропатія – це захворювання плечового суглоба, яке характеризується недостатньою функцією ротаторної манжети плеча, дегенеративними змінами плечового суглоба та міграцією голівки плеча. **Мета дослідження** – визначити характер ушкодження сухожилків РМП та довгої голівки біцепса у хворих з різними ступенями ротаторної артропатії. **Матеріали і методи.** До дослідження ми включили 91 хворого, які на момент огляду мали ротаторну артропатію плечового суглоба різного ступеню. Вік пацієнтів складав від 35 до 80 років. **Результати.** Для розвитку ротаторної артропатії ПС необхідне ушкодження сухожилка надостьового м'яза в комбінації з ушкодженнями інших сухожилків ПС. **Висновки:** 1. Для розвитку ротаторної артропатії 1 ст необхідне ушкодження сухожилка надостьового м'яза в комбінації з ушкодженням верхньої частини сухожилка підлопаткового м'яза чи в комбінації з ушкодженням сухожилка підостьового м'яза, або в комбінації з ушкодженням і верхньої частини сухожилка підлопаткового м'яза і сухожилка підостьового м'яза. 2. У хворих з ротаторною артропатією 2 ст, окрім комбінацій ушкоджень характерних для ротаторної артропатії 1 ст, частіше зустрічається ушкодження нижньої частини сухожилка підлопаткового м'яза та часткові або повні розриви сухожилка довгої голівки біцепса. Для хворих з ротаторною артропатією 3 ст. достовірно більше зустрічаються ушкодження сухожилка довгої голівки біцепса ніж для хворих з ротаторною артропатією 1-го чи 2-го ступеню $p \leq 0,05$.

Ключові слова: ротаторна манжета плеча, ротаторна артропатія, сухожилок надостьового м'яза, плечовий суглоб.

Вступ

Ротаторна артропатія – це захворювання плечового суглоба (ПС), яке характеризується недостатньою функцією ротаторної манжети плеча (РМП), дегенеративними змінами ПС та міграцією (зміщенням) голівки плеча краніально або краніо-вентрально [1–4]. РМП відіграє основну роль у динамічній стабілізації ПС [1]. Порушення цієї динамічної стабілізації з будь-якої причини може призвести до розвитку дегенеративних змін в суглобі з розвитком омартрозу або ротаторної артропатії [1].

За даними літератури, лише у 4% хворих з ушкодженням сухожилків РМП розвивається ротаторна артропатія [1–4]. Звичайно, при масивних

розривах сухожилків РМП даний відсоток зростає та далеко не кожен масивний розрив сухожилків РМП веде до ротаторної артропатії [5–7].

Основним варіантом лікування ротаторної артропатії у вікових хворих є реверсивне протезування ПС [5–7]. Зазвичай, ми зустрічаємо молодих пацієнтів, які внаслідок масивного ушкодження сухожилків РМП мають прояви ротаторної артропатії вже через 2–3 міс з моменту травми. Існує думка, що чим масивніший розрив сухожилків РМП, тим ступінь ротаторної артропатії буде вищим. Та на практиці це не завжди так, оскільки існує велика кількість факторів (вік, стать, час з моменту захворювання, наявність ендокринної патології, тощо), які також можуть прискорювати, чи уповільнювати розвиток ротаторної артропатії [3, 5, 8–10].

Мета дослідження – визначити характер ушкодження сухожилків РМП та довгої голівки біцепса у хворих з різними ступенями ротаторної артропатії.

✉ Богдан С.В., www.sergey-mena@ukr.net

¹ДУ «Інститут травматології та ортопедії НАМН України», Київ, Україна

²Національний університет охорони здоров'я України імені П. Л. Шупика, Київ, Україна

Матеріали і методи

До дослідження ми включили 91 хворого, які на момент огляду мали ротаторну артропатію ПС різного ступеню. Вік пацієнтів складав від 35 до 80 років. Середній вік $48,2 \pm 19,8$ років. Всі хворі були обстежені до початку лікування клінічно, рентгенологічно. Було виконано рентгенографію ПС в прямій проекції для визначення ступеню ротаторної артропатії за Namada [1,7]. Нормальною величиною акроміально-плечевого інтервалу вважали 8–12 мм [1, 11–13]. На рис.1 наведено схематичне зображення ступенів ротаторної артропатії ПС. Також всім хворим було виконано МРТ дослідження анатомічних структур ПС, у тому числі сухожилків та м'язів РМП в режимах: T1, T2, Pd та Pdfatsat режимах. Визначали ступінь ротаторної артропатії, величину розриву сухожилків РМП та сухожилка довгої голівки біцепса.

Критерії включення до дослідження були наступними: наявність ротаторної артропатії ПС будь якого ступеню на рентгенограмі, наявність МРТ дослідження з силою магнітного поля 1,5 Тсл, відсутність супутньої патології ПС (кальцинуючий тендініт та будь яка кісткова патологія прокси-

мального епіметафізу плечової кістки), відсутність попередніх операцій на досліджуваному ПС.

Статистична обробка даних проводилася за допомогою пакета STATISTICA 12,0 by StatSoft, Inc. of USA (ліцензія № ALXR712D833252FAN3). Для порівняння результатів у групах дослідження використовували критерій Стюдента (для порівняння двох груп за умови нормального розподілу показників) і критерії Манна — Уїтні (для порівняння двох або більше груп при аналізі показників, що демонстрували розподіл, відмінний від нормального). Відмінності розподілу двох вибірок оцінювали за допомогою критерію χ^2 . Кількісні дані подані у вигляді n (%). Розрахунок $M \pm SD$ за умови непараметричного розподілу показників використовували для порівняння отриманих нами результатів. Відмінності між показниками вважали вірогідними за умови $p < 0,05$.

Результати

В табл. 1 показаний розподіл хворих за ступенем ротаторної артропатії згідно рентгенографічного дослідження.

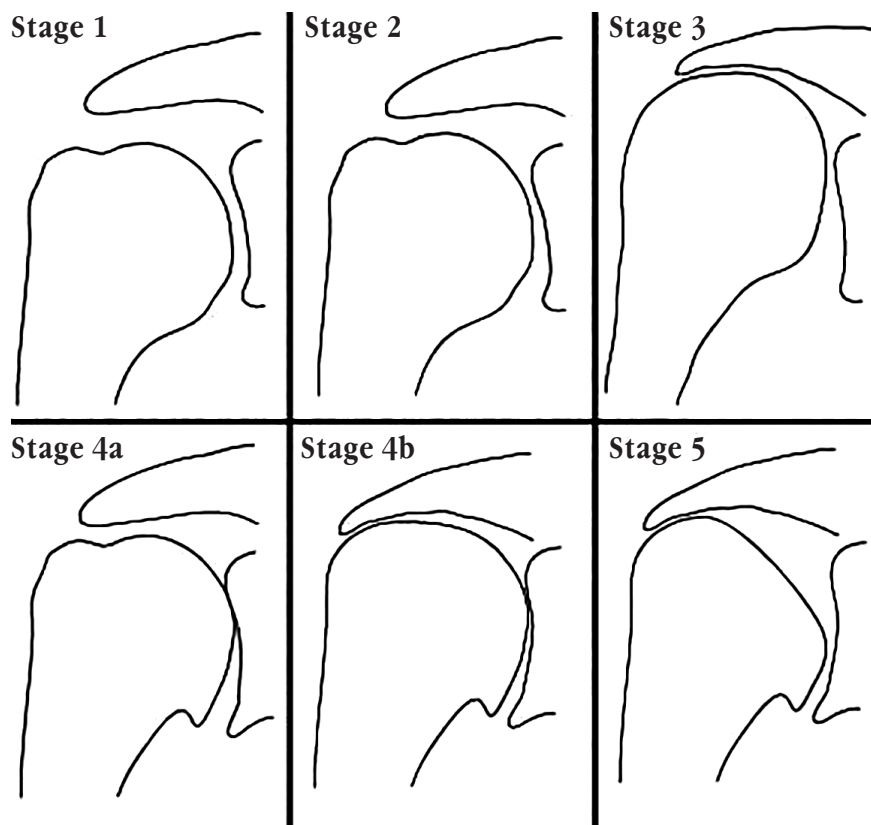


Рис. 1. Схематичне зображення плечевого суглоба в прямій проекції:

1-а ступінь – акроміально-плечева відстань ≥ 6 мм; 2-а ступінь – акроміально-плечева відстань ≤ 5 мм; 3-я ступінь – ацебуляризація голівки; 4-а ступінь – ацебуляризація голівки та звуження плечелопаткової дистанції; 5-а ступінь – колапс голівки [1,7].

Таблиця №1

**Розподіл хворих за ступенем
ротаторної артропатії згідно
рентгенографічного дослідження**

Ступінь ротаторної артропатії	Кількість хворих, (%)
1	21(23,1)
2	55(60,4)
3	8(8,8)
4	4(4,4)
5	3(3,3)
Всього	91 (100)

Як бачимо з табл.1, переважна більшість хворих мали 2 ст. ротаторної артропатії – 60,4%, дещо менша кількість хворих мали 1 ст. ротаторної артропатії – 23,1%, хворих з 3–5 ст. ротаторної артропатії було значно менше – сумарно 16,5%.

В табл. 2 показано кількість випадків у відсотках ушкодження сухожилків РМП та сухожилка довгої голівки біцепса для кожного з ступенів ротаторної артропатії, який ми виявили на МРТ та під час хірургічного втручання.

Як бачимо з табл.2, для розвитку ротаторної артропатії ПС необхідне ушкодження сухожилка надостьового м'яза в комбінації з ушкодженнями інших сухожилків ПС. Для розвитку ротаторної артропатії 1 ст. необхідне ушкодження сухожилка надостьового м'яза в комбінації з ушкодженням верхньої частини сухожилка підлопаткового м'яза (8 хворих 38%) чи в комбінації з ушкодженням сухожилка підостьового м'яза (10 хворих 48%), або в комбінації з ушкодженням і верхньої частини сухожилка підлопаткового м'яза і сухожилка підостьового м'яза (3 хворих 14%). У хворих з ротаторною артропатією 2 ст, окрім комбінацій ушкоджень характерних для ротаторної артропатії 1 ст, частіше зустрічається ушкодження нижньої частини сухожилка підлопаткового м'яза (ушкодження 3 ст. і вище за Lafosse) та часткові або повні розриви сухожилка довгої голівки біцепса. Серед хворих з ротаторною артропатією 3 ст. достовірно частіше поширене ушкодження сухожилка довгої голівки

біцепса ніж серед хворих з ротаторною артропатією 1-го чи 2-го ступеню $p \leq 0,05$. Окрім того, у хворих з ротаторною артропатією 3 ст. розповсюдженіше ушкодження сухожилків малого круглого та підостьового м'язів. У хворих з ротаторною артропатією 4 ст. частіше за хворих з ротаторною артропатією 3 ст. зафіксовані ушкодження сухожилка довгої голівки біцепса та ушкодження верхньої та нижньої частини сухожилка підлопаткового м'яза. Для хворих з ротаторною артропатією 5 ст. більш притаманні ушкодження сухожилка довгої голівки біцепса та сухожилка малого круглого м'яза $p \geq 0,05$.

Обговорення

Існує думка, що масивні розриви сухожилків РМП часто ведуть до розвитку ротаторної артропатії [1,7,9]. Це відбувається внаслідок порушення балансу між вектором сил дельтоподібного м'яза та м'язів РМП, зокрема підостьового та підлопаткового. Тому, навіть часткове ушкодження сухожилків підостьового та підлопаткового м'язів ведуть до швидкого розвитку ротаторної артропатії (рис.2) [1,3].

Етіологія ротаторної артропатії ПС досі лишається повністю нез'ясованою. Виділяють дві теорії розвитку ротаторної артропатії: 1. Теорія м'язового дисбалансу (ушкодження сухожилків РМП веде до верхнього або передньовверхнього зміщення голівки плеча за рахунок дельтоподібного м'яза, що своєю чергою призводить до перевантаження суглобового хряща та субхондральної кістки з розвитком колапсу голівки плеча); 2. Теорія трофічних розладів (розрив сухожилків РМП супроводжується розривом капсули ПС, що спричиняє зменшення кількості синовіальної рідини та поживних речовин, які необхідні для хондроцитів, що веде до їх ушкодження та порушення їх властивостей) [1,4,11].

В західній літературі широко обговорюється фактори, які ведуть до розвитку ротаторної

Таблиця №2

**Кількість випадків ушкодження сухожилків РМП та сухожилка довгої
голівки біцепса у відсотках для кожного з ступенів ротаторної артропатії**

Характер розриву сухожилків РМП та сухожилка ДГДМ плеча	Ступінь ротаторної артропатії за Хамада				
	1 ст.	2 ст.	3 ст.	4 ст.	5 ст.
Сухожилок надостьового м'яза	100%	100%	100%	100%	100%
Верхня частина сухожилка підлопаткового м'яза	48%	35%	25%	75%	66%
Нижня частина сухожилка підлопаткового м'яза	0	4%	12%	25%	66%
Сухожилок підостьового м'яза	71%	82%	87%	75%	66%
Сухожилок малого круглого м'яза	0	0	13%	0%	33%
Сухожилок довгої голівки біцепса	0	4%	63%	75%	100%

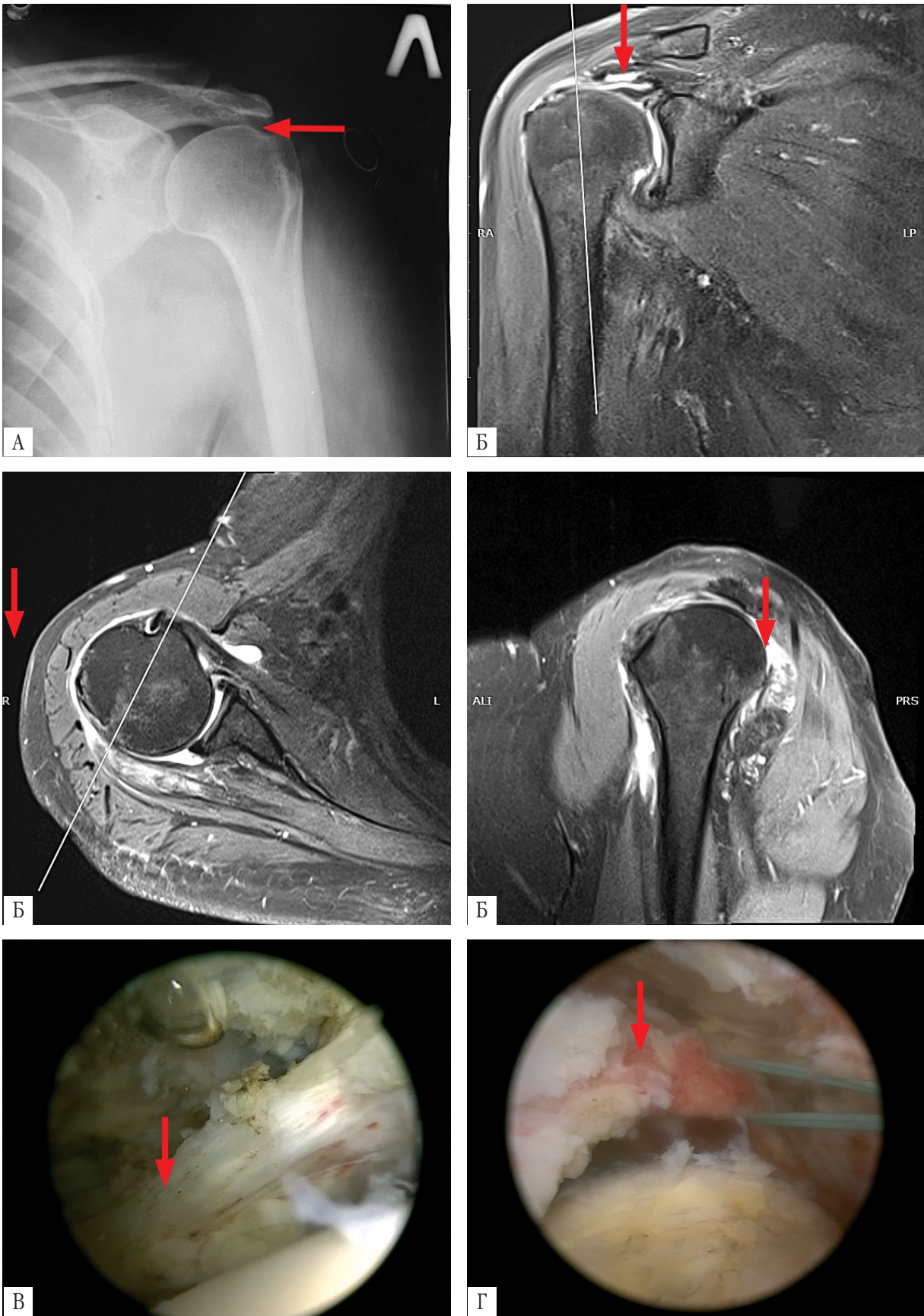


Рис. 2. Ротаторна артропатія плечового суглоба 2 ст. (ушкоджені сухожилки показано стрілками):
А) рентгенограма плечового суглоба в прямій проекції (стрілкою показана зменшена до 4 мм акроміально-плечова відстань); Б) МРТ плечового суглоба T2 Pdfatsat режим; В) частковий відрив сухожилка підлопаткового м'яза 1 ст. за Lafosse; Г) відрив сухожилків надостьового та підостьового м'язів.

артропатії, серед них величина розриву сухожилків РМП, терміни з моменту травми, вік, стать хворих, супутня соматична патологія, тощо [1,3,5,8]. Основною метою нашого дослідження було з'ясувати, які комбінації ушкоджень сухожилків РМП та сухожилка довгої голівки біцепса можуть викликати краніальне зміщення голівки плеча з розвитком ротаторної артропатії. Безумовно, терміни з моменту травми впливають на збільшення ступеню ротаторної артропатії за рахунок прогресування розриву сухожилків РМП, однак згідно нашого дослідження цей вплив є доволі слабким, проте достовірним. Досить багато часу необхідно для прогресування розриву сухожилків РМП, оскільки спрацьовує один з механізмів захисту ПС на будь-яке ушкодження – це обмеження рухів (контрактура), таким чином початковий характер ушкодження сухожилків РМП та сухожилка довгої голівки біцепса мають основний вплив на швидке прогресування ступеню ротаторної артропатії. В нашому дослідженні ми з'ясували, що ізольоване ушкодження сухожилка надостьового м'яза не може призвести до розвитку ротаторної артропатії, а комбінація ушкоджень сухожилків РМП, навіть при їх частковому ураженні суттєво збільшує ризики прогресування ротаторної артропатії. Ушкодження сухожилка малого круглого м'язу або сухожилка довгої голівки біцепса часто супроводжується високим ступенем ротаторної артропатії, коли відновлення функції ПС можливе лише шляхом реверсивного протезування, що є небажаним у пацієнтів молодого віку [1, 13–15]. Тому, чим масивніший розрив сухожилків РМП, тим менше часу у пацієнта до розвитку ротаторної артропатії. Також наше дослідження опосередковано доводить шкоду від пересічення сухожилка довгої голівки біцепса без реконструкції сухожилків РМП.

Аналізуючи англomовну літературу, ми прийшли до висновку, що більшість авторів аналізує лише вплив ушкодження сухожилків РМП на розвиток ротаторної артропатії [4,7], і не враховує характер ушкодження сухожилка довгої голівки біцепса, який захищає голівку плеча від міграції в бік акроміона. Цікавою, на наш погляд є роботи R. Furuhashi та співавт. та A. Misir та співавт. в яких автори детально описали вплив різних факторів на розвиток ротаторної артропатії [5,8], в тому числі і не пов'язаних з ПС.

Перспективним напрямком нашого дослідження ми вважаємо збільшення кількості хворих з 3–5 стадіями ротаторної артропатії для їх більш достовірної статистичної обробки, дослідження термінів з моменту травми до розвитку ротаторної артропатії кожного ступеню у хворих з прогресуючими розривами сухожилків РМП. Враховуючи, що переваж-

на більшість хворих мала 1 або 2 ступінь ротаторної артропатії, одним з перспективних напрямків нашої роботи є дослідження різноманітних варіантів хірургічного лікування хворих молодого віку, у яких реверсивне протезування ПС є небажаним.

Висновки

1. Для розвитку ротаторної артропатії 1 ст. необхідне ушкодження сухожилка надостьового м'яза в комбінації з ушкодженням верхньої частини сухожилка підлопаткового м'яза чи в комбінації з ушкодженням сухожилка підостьового м'яза, або в комбінації з ушкодженням і верхньої частини сухожилка підлопаткового м'яза і сухожилка підостьового м'яза.

2. У хворих з ротаторною артропатією 2 ст, окрім комбінацій ушкоджень характерних для ротаторної артропатії 1 ст, частіше зустрічається ушкодження нижньої частини сухожилка підлопаткового м'яза (ушкодження 3 ст. і вище за Lafosse) та часткові або повні розриви сухожилка довгої голівки біцепса.

3. Для хворих з ротаторною артропатією 3 ст. достовірно більше властиві ушкодження сухожилка довгої голівки біцепса ніж для хворих з ротаторною артропатією 1 чи 2 ступеню $p \leq 0,05$.

Конфлікт інтересів: автор декларує відсутність конфлікту інтересів.

References

1. Rockwood CA, Matsen FA. Rockwood and Matsen's The Shoulder. 6th ed. Philadelphia: Elsevier; 2022. 1386 p. eBook ISBN: 9780323698368.
2. Kim YK, Jung KH, Kim JW, Kim US, Hwang DH. Factors affecting rotator cuff integrity after arthroscopic repair for medium-sized or larger cuff tears: a retrospective cohort study. *J Shoulder Elbow Surg.* 2018;27(6):1012–20. doi:10.1016/j.jse.2017.11.016.
3. Clifford AL, Hurley E, Anakwenze O, Klifto CS. Rotator cuff arthropathy: a comprehensive review. *J Hand Surg Glob Online.* 2024;[published online ahead of print]. doi:10.1016/j.jhsg.2023.12.014.
4. Rugg CM, Gallo RA, Craig EV, Feeley BT. The pathogenesis and management of cuff tear arthropathy. *J Shoulder Elbow Surg.* 2018;27(12):2271–83. doi:10.1016/j.jse.2018.07.020.
5. Furuhashi R, Tashiro Y, Hayashi S, Yokota Y, Haneishi H, Sato M. Risk factors for loss of active shoulder range of motion in massive rotator cuff tears. *Orthop J Sports Med.* 2022;10(1):23259671211071076. doi:10.1177/23259671211071077.
6. Craig RS, Goodier H, Singh JA, Hopewell S, Rees JL. Shoulder replacement surgery for osteoarthritis and rotator cuff tear arthropathy. *Cochrane Database Syst Rev.* 2020;4(4):CD012879. doi:10.1002/14651858.CD012879.pub2.

7. Ecklund KJ, Lee TQ, Tibone J, Gupta R. Rotator cuff tear arthropathy. J Am Acad Orthop Surg. 2007;15(6):340–49. doi:10.5435/00124635-200706000-00003.
8. Misir A, Uzun E, Kizkapan TB, Ozcamdalli M, Sekban H, Guney A. Factors associated with the development of early- to mid-term cuff-tear arthropathy following arthroscopic rotator cuff repair. J Shoulder Elbow Surg. 2021;30(7):1572–80. doi:10.1016/j.jse.2020.09.016.
9. Cvetanovich GL, Waterman BR, Verma NN, Romeo AA. Management of the irreparable rotator cuff tear. J Am Acad Orthop Surg. 2019;27(24):909–17. doi:10.5435/JAAOS-D-18-00199.
10. Lu J, Patel M, Abboud JA, Horneff JG 3rd. The effect of critical shoulder angle on functional compensation in the setting of cuff tear arthropathy. JSES Int. 2020;4(3):601–05. doi:10.1016/j.jseint.2020.05.003.
11. Gumina S, Castagna A, Candela V, Venditto T, Giannicola G, Borroni M, et al. Aetiopathogenesis of cuff-tear arthropathy: could juvenile joint laxity be considered a predisposing factor? Int Orthop. 2018;42(5):1113–17. doi:10.1007/s00264-017-3718-5.
12. Inoue K, Kenmoku T, Nakawaki M, Tazawa R, Matsumoto M, Takaso M. Arthroscopic superior capsule reconstruction for cuff tear arthropathy (Hamada grade 5): a case report. JBJS Case Connect. 2020;10(4):e20.00511. doi:10.2106/JBJS.CC.20.00511.
13. Singhal K, Rammohan R. Going forward with reverse shoulder arthroplasty. J Clin Orthop Trauma. 2018;9(1):87–93. doi:10.1016/j.jcot.2017.10.002.
14. Sanchez-Sotelo J, Athwal GS. How to optimize reverse shoulder arthroplasty for irreparable cuff tears. Curr Rev Musculoskelet Med. 2020;13(5):553–60. doi:10.1007/s12178-020-09655-7.
15. Larsen JB, Østergaard HK, Thillemann TM, Falstie-Jensen T, Reimer LCU, Noe S, et al. Are progressive shoulder exercises feasible in patients with glenohumeral osteoarthritis or rotator cuff tear arthropathy? Pilot Feasibility Stud. 2022;8:146. doi:10.1186/s40814-022-01127-8.

The Nature of Tendon Injuries of the Rotator Cuff and the Long Head of the Biceps in Patients With Different Grades of Rotator Cuff Arthropathy

Strafun S.S.¹, Bohdan S.V.^{1✉}, Barannikov K.V.²

¹SI «Institute of Traumatology and Orthopedics of NAMS of Ukraine», Kyiv, Ukraine

²Shupyk National Healthcare University of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Summary. Introduction. Rotator cuff arthropathy is a disease of the shoulder joint characterized by insufficient function of the rotator cuff, degenerative changes in the shoulder joint, and migration of the humeral head. **Objective.** The aim of this study was to determine the nature of damage to the rotator cuff tendons and the long head of the biceps in patients with different grades of rotator cuff arthropathy. **Materials and Methods.** The study included 91 patients aged 35 to 80 years with varying grades of rotator cuff arthropathy at the time of examination. **Results.** The development of rotator cuff arthropathy requires a damage to the supraspinatus tendon in combination with injuries to other tendons of the shoulder. **Conclusions.** Rotator cuff arthropathy Grade I requires injury to the supraspinatus tendon in combination with damage to the upper part of the tendon of the subscapularis muscle or in combination with damage to the tendon of the infraspinatus muscle, or in combination with damage to both the upper part of the tendon of the subscapularis muscle and the tendon of the infraspinatus muscle. In patients with rotator cuff arthropathy Grade II, in addition to the injury combinations characteristic of Grade I, damage to the lower part of the tendon of the subscapularis muscle and partial or complete ruptures of the tendon of the long head of the biceps are more common. In patients with rotator cuff arthropathy Grade III, damage to the tendon of the long head of the biceps occurs significantly more frequently than in patients with rotator cuff arthropathy Grade I or II ($p \leq 0.05$).

Keywords: rotator cuff; rotator cuff arthropathy; supraspinatus tendon; shoulder joint.

The Analysis of Trauma Character and Severity in Patients with Shoulder Girdle Combat Injuries

Dolboplov O.V.¹, Bezruchenko S.O.¹✉, Zinchenko V.V.¹, Zanko I.S.¹, Vorona A.O.¹

Summary. Introduction. According to various studies, limb injuries caused by combat trauma account for 44% to 70% of all injuries to musculoskeletal system. **Objective.** This study aims to analyze shoulder girdle injuries in patients with combat-related surgical trauma who underwent surgical treatment. **Materials and Methods.** A retrospective analysis was conducted on 733 patients with combat-related surgical trauma of the limbs, including 378 patients (51.6%) with upper limb injuries and 355 patients (48.4%) with lower limb injuries. All patients received inpatient treatment at the Department of Severe Skeletal Trauma of the State Institution «Institute of Traumatology and Orthopedics of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine» from August 1, 2022, to December 31, 2024. **Results.** During this period, surgical treatment was performed in 63 patients with shoulder girdle combat-related surgical trauma, accounting for 8.6% of all limb injuries and 16.7% of upper limb injuries. The mean age of patients was 34.7 ± 8.1 years. By injury type, gunshot wounds were observed in 35 patients (55.6%), mine-blast injuries in 13 patients (20.6%), other injuries in 8 patients (12.7%), shrapnel wounds in 4 patients (6.3%), and road traffic accident (RTA) injuries in 3 patients (4.8%). Fractures were classified into three groups: fractures and dislocations involving the clavicle in 28 patients (44.4%), scapular fractures in 17 patients (27.0%), and combined fractures of the clavicle and scapula in 18 patients (28.6%). Bone defects were observed in 43 patients (68.3%), with a mean defect length of 4.7 ± 3.8 cm. Gunshot wounds to soft tissues involving shoulder girdle muscles and tendons were found in 54 patients (85.7%). Nerve injuries were diagnosed in 14 patients (22.2%). Major vascular injuries requiring surgical intervention, according to accompanying documentation, were found in 3 patients (4.8%). **Conclusions.** The analysis of combat-related shoulder girdle injuries demonstrated a high incidence of multi-structural injuries, particularly among working-age males (96.8%), requiring complex surgical interventions and prolonged rehabilitation. The most common injuries were fractures of the clavicle (44.4%) and scapula (27.0%), along with soft tissue injuries involving muscles (85.7%) and nerves (22.2%), which significantly complicate treatment and rehabilitation.

Key words: upper limb; gunshot fractures; combat trauma; scapula; clavicle; shoulder joint; multi-structural trauma; surgical treatment; reconstructive and restorative surgery.

Introduction

With the onset of the armed conflict in eastern Ukraine, which subsequently escalated into a full-scale war between Ukraine and the Russian Federation, significant changes occurred in approaches to combat operations, the use of combat resources, weaponry, and methods of their application [1]. According to various studies, limb injuries resulting from combat trauma account for 44% to 70% of all musculoskeletal

injuries, with bone fractures observed in 35% to 40% of cases [1–4]. Combat-related surgical injuries of the shoulder girdle have not been an exception, as the shoulder remains a vulnerable area of the body during gunfire and other combat operations. In civilian life, the frequency of injuries to this region is much lower: clavicle fractures are among the most common limb fractures, accounting for 2% to 10% of all fractures; acromioclavicular joint dislocations represent 9% of shoulder girdle injuries; scapular fractures are among the rarest injuries, comprising 0.4% to 1% of all fractures and 5% of shoulder girdle fractures [5–9]. Combat-related injuries differ significantly

✉ Bezruchenko S., drbezruchenko@gmail.com

¹SI «Institute of Traumatology and Orthopedics of NAMS of Ukraine», Kyiv, Ukraine

from civilian ones in terms of the nature of tissue damage, the extent of tissue destruction, and the level of contamination; they are often accompanied by tissue defects and carry a high risk of infectious complications. They are characterized by severe, multi-structural injuries that have no counterparts in civilian trauma. Such injuries, a typical phenomenon of wartime, require a fundamentally different approach to diagnosis and treatment. Nevertheless, both Ukrainian and international scientific literature provide critically limited information regarding the clinical and epidemiological structure of combat-related surgical injuries of the bones, joints, and soft tissues of the shoulder girdle [10]. Due to the challenging conditions of the active warfare, there is a shortage of reliable data on the incidence and characteristics of these injuries, complicating the planning of medical care and the development of personal protective equipment for military personnel during combat operations. Therefore, the analysis of the nature and severity of injuries in patients with combat-related surgical trauma of the shoulder girdle is an essential component of a comprehensive approach aimed at ensuring the most effective treatment and rehabilitation.

Objective. This work aims to analyze the nature and structure of shoulder girdle injuries in patients with combat-related surgical trauma who underwent surgical treatment.

Materials and Methods

A retrospective analysis was conducted on the surgical treatment of 733 patients with combat-related limb injuries: 378 patients (51.6%) with upper limb injuries and 355 patients (48.4%) with lower limb injuries. All patients received inpatient treatment at the Department of Severe Skeletal Trauma of the State Institution «Institute of Traumatology and Orthopedics of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine» between August 1, 2022, and December 31, 2024. Inclusion criteria for the study were as follows: military personnel and civilians aged over 18 years, presence of combat-related shoulder girdle injuries involving fractures of the clavicle and/or scapula, and injuries caused by gunshot or mine-blast trauma confirmed by accompanying medical documentation. Exclusion criteria included: non-combat shoulder girdle injuries, shoulder girdle injuries not requiring surgical treatment, and patients younger than 18 or older than 60 years. The analysis of treatment considered the following data: duration of injury, timing of surgical interventions, type and name of injured structures, nature of surgical care

provided, and level of specialized medical assistance. All patients underwent standard general clinical examinations, conventional radiography, spiral computed tomography (CT), electroneuromyography (ENMG), magnetic resonance imaging (MRI), and ultrasonography (US). Fractures of the clavicle and scapula were classified according to the AO/ASIF classification, 2018 edition [11]; nerve injuries were classified using Seddon's classification [12].

The study was approved by the Local Ethics Committee of the State Institution «Institute of Traumatology and Orthopedics of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine» (protocol No. 3 dated May 29, 2025). Written informed consent was obtained from all patients prior to participation.

Statistical analysis was performed using Microsoft Excel (Microsoft Office 365) and STATISTICA 12.0 software. Descriptive statistics were used to characterize the data: results were presented as the mean $\pm$ standard deviation ($M \pm SD$) for normally distributed variables. Student's t-test was used for comparison of parametric data, and the Mann-Whitney U-test was applied for non-parametric comparisons. Quantitative data were presented as absolute values and percentages – n (%). Results were considered statistically significant at $p < 0.05$, with a confidence level of 95%.

Results

Between August 2022 and December 2024, surgical treatment was performed on 63 patients with combat-related surgical trauma of the shoulder girdle, accounting for 8.6% of all limb injuries and 16.7% of upper limb injuries. Most patients were males – 62 (98.4%), while only one was female (1.6%) ($p < 0.05$). Left shoulder girdle injuries were diagnosed in 34 patients (53.9%), while right shoulder girdle injuries were observed in 29 patients (46.1%) ($p < 0.05$). Regarding the type of injuries, gunshot wounds predominated, occurring in 35 patients (55.6%); mine-blast injuries were observed in 13 patients (20.6%); shrapnel wounds were identified in 4 patients (6.3%); road traffic accidents (RTAs) were the cause of injuries in 3 patients (4.8%); and other injuries accounted for 8 cases (12.7%) (Fig. 1).

By fracture localization within the shoulder girdle, patients were divided into three groups: fractures and dislocations of the clavicular joints (Group I) – 28 patients (44.4%); scapular fractures (Group II) – 17 patients (27.0%); and combined fractures of the clavicle and scapula (Group III) – 18 patients (28.6%) (Fig. 2).

Analyzing the data from the diagram illustrating

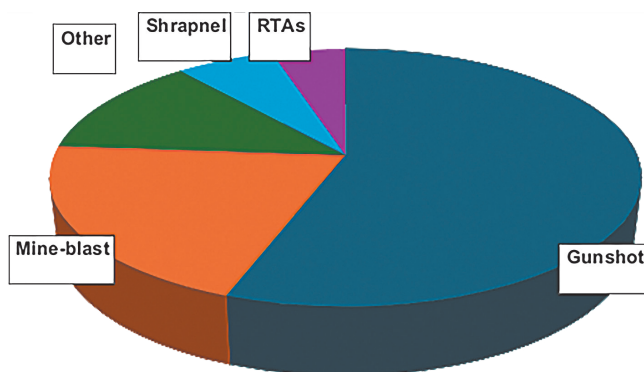


Fig. 1. Distribution of patients according to the type of traumatic factor.

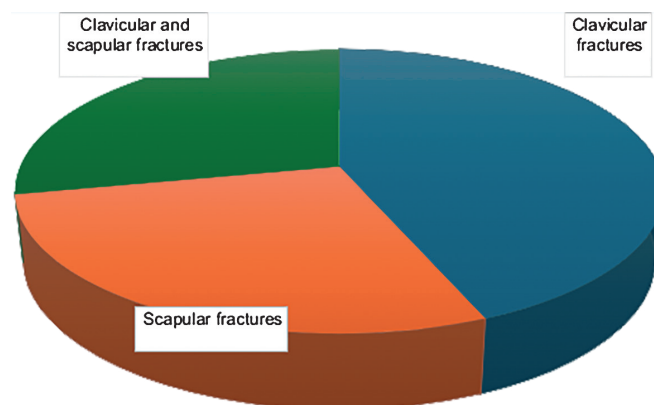


Fig. 2. Distribution of patients with combat-related surgical trauma of the shoulder girdle.

the distribution of patients with combat-related surgical trauma of the shoulder girdle by localization (Fig. 2), it can be noted that the largest proportion consisted of patients with fractures and dislocations of the clavicular joints (44.4%). A more detailed examination of patients in Group I ($n=28$) (Fig. 3A) showed the following distribution: acromioclavicular joint dislocations were observed in 9 patients (14.3%), including 3 patients (4.8%) with acute grade III dislocation according to the Rockwood classification and 6 patients (9.5%) with chronic acromioclavicular joint dislocation. According to the AO/ASIF classification of clavicle fractures: fractures of the distal (lateral) end segment (15.3) were diagnosed in 6 patients (9.5%), fractures of the diaphyseal segment (15.2) in 8 patients (12.7%), and fractures of the proximal (medial) end segment (15.1) in 5 patients (7.9%). Patients in Group II ($n=17$) were distributed as follows (Fig. 3B): fracture of the acromion process of the scapula (14A2) in 8 patients (12.7%), fracture of the coracoid process of the scapula (14A1) in 5 patients (7.9%), fracture of the glenoid fossa (14F) in 3 patients (4.8%), fracture of the scapular body (14B) in 7 patients (11.1%), and

fracture of the scapular spine (14A3) in 9 patients (14.3%). Patients in Group III ($n=18$) were distributed as follows (Fig. 3C): fractures of the distal (lateral) end segment (15.3) were observed in 17 patients (27.0%), fractures of the diaphyseal segment (15.2) in 3 patients (4.8%), fracture of the coracoid process of the scapula (14A1) in 15 patients (23.8%), fracture of the acromion process of the scapula (14A2) in 8 patients (12.7%), fracture of the glenoid fossa (14F) in 4 patients (6.3%), fracture of the scapular body (14B) in 10 patients (15.9%), and fracture of the scapular spine (14A3) in 13 patients (20.6%).

Bone defects were observed in 43 patients (68.3%), with a mean defect length of 4.7 ± 3.8 cm. In Group I, 14 patients (22.2%) had clavicle bone defects with a mean length of 1.7 ± 0.8 cm. In Group II, 14 patients (22.2%) had bone defects with a mean length of 4.3 ± 3.6 cm: in the coracoid process ($n=1$) – 1.1 cm, in the acromion process of the scapula ($n=6$) – 2.5 ± 1.9 cm, in the scapular body ($n=3$) – 2.3 ± 0.5 cm, and in the scapular spine ($n=8$) – 4.7 ± 2.1 cm. Bone defects were identified in 15 patients (23.8%) in Group III, with the following measurements: clavicle ($n=15$) – 1.9 ± 0.8 cm, coracoid process ($n=3$) – 1.9 ± 0.9 cm,

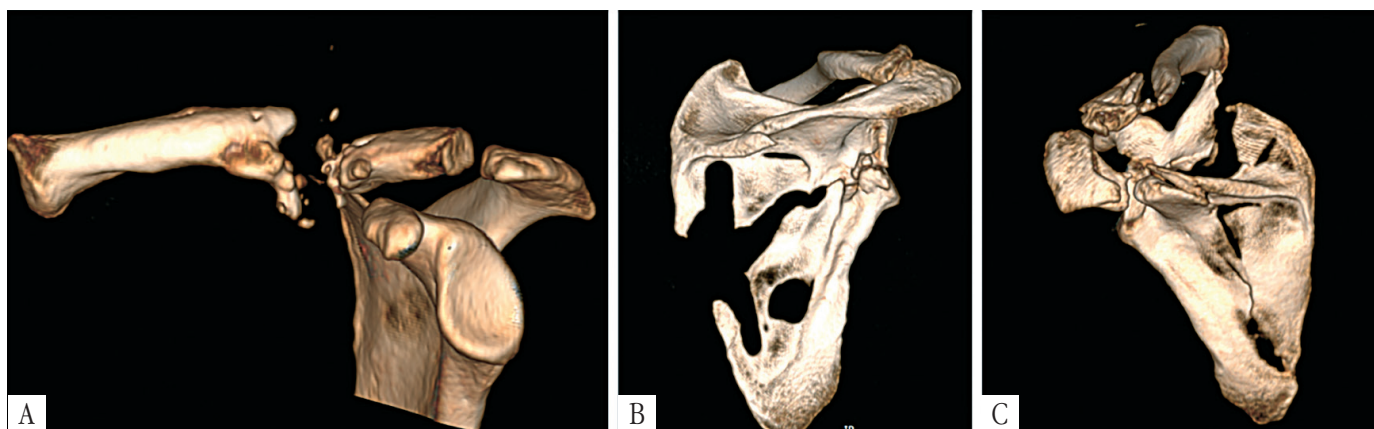


Fig. 3. A – Group I, clavicle fractures; B – Group II, scapular fractures; C – Group III, combined fractures of the clavicle and scapula.

acromion process of the scapula (n=5) – 2.5 ± 0.9 cm, scapular body (n=15) – 2.9 ± 1.1 cm, and scapular spine (n=9) – 3.8 ± 2.3 cm.

The mean age of patients was 34.7 ± 8.1 years (ranging from 21 to 53 years), with a mean age of 34.9 ± 8.1 years among males and 24 years among females. Figure 4 shows age distribution of patients with combat-related surgical trauma of the shoulder girdle.

As shown in Figure 4, individuals with shoulder girdle injuries resulting from modern combat operations were predominantly of working age, between 20 and 49 years, accounting for 96.8% (n=61), which represents a significant medical, social, and economic issue for the country.

Gunshot wounds to the soft tissues with associated muscle and tendon damage (Fig. 5) were identified in 54 patients (85.7%). Muscle defects were distributed as follows: the deltoid muscle in 24 patients (38.1%), the supraspinatus muscle in 19 patients (30.2%), the infraspinatus muscle in 8 patients (12.7%), the teres minor muscle in 2 patients (3.2%), the trapezius muscle in 12 patients (19.1%), and the clavicular portion of the pectoralis major muscle in 5 patients (7.9%). For skin defects reconstruction, a latissimus dorsi musculocutaneous flap was used in 3 patients (4.8%), a dorsal scapular artery perforator flap (DSAP) in 1 patient (1.6%), and a local keystone perforator island flap in 1 patient (1.6%). Negative pressure wound treatment (NPWT) was applied as an intermediate stage before final closure of skin defects in 35 patients (55.6%).

Nerve injuries were identified in 14 patients

(22.2%). Suprascapular nerve injuries classified as neurotmesis were found in 9 patients (14.3%), axillary nerve injuries classified as neurotmesis were diagnosed in 4 patients (6.3%), and 3 patients (4.8%) had axillary nerve injuries classified as axonotmesis. One patient (1.6%) sustained a brachial plexus injury in the subclavian region, predominantly affecting the median and ulnar nerves (Fig. 6).

Major vascular injuries requiring surgical intervention were recorded in 3 patients (4.8%), according to accompanying medical documentation. In 2 patients (3.2%), the axillary artery was injured; in 1 patient (1.6%), the axillary vein was injured. Two patients (3.2%) developed post-traumatic aneurysms of the axillary artery, requiring further surgical treatment (endovascular stenting).

Discussion

Combat-related injuries of the shoulder girdle involving fractures of the scapula and clavicle are of particular clinical interest because they differ significantly from peacetime injuries and therefore require alternative approaches to classification and diagnosis. A review of the literature reveals that shoulder girdle injuries with gunshot fractures of the clavicle and scapula are relatively common. According to O. Loskutov, among 1,809 wounded military personnel with gunshot wounds, gunshot fractures were present in 31.5% of cases, with fractures of the scapula and clavicle identified in 14.7% of patients [13]. Owens et al. reported clavicle

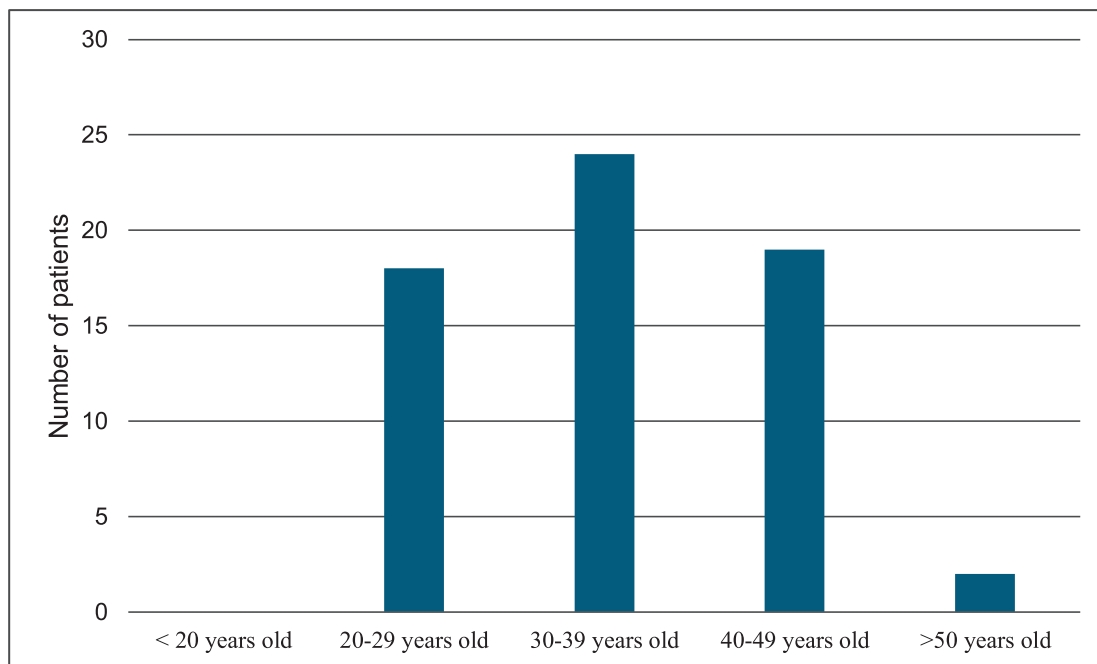


Fig. 4. Age distribution of patients with combat-related surgical trauma of the shoulder girdle.



Fig. 5. Gunshot wounds of the shoulder girdle.



Fig. 6. Intraoperative image of a brachial plexus injury in the subclavian region, predominantly affecting the median and ulnar nerves.

fractures in 13 military personnel (6 open fractures [1.3%] and 7 closed fractures [1.5%]), accounting for 2.8% of upper limb injuries, while scapular fractures (4 closed [0.9%] and 28 open [6.1%]) were found in 32 military personnel, accounting for 6.9% of upper limb injuries among U.S. military personnel during the armed conflicts in Iraq and Afghanistan [14]. Similar data are reported by other researchers. Tahtabasi et al. described 8 cases (7.8%) of scapular fractures (6 open [5.8%] and 2 closed [1.9%]) sustained during the civil war in Somalia [15]. Roberts D.C. et al. inform about 44 scapular fractures (7.7%) among 572 upper limb fractures sustained by United Kingdom military personnel over 10 years of participation in combat operations in Iraq and Afghanistan. The authors emphasized that scapular fractures occur 20 times more frequently in military personnel compared to the civilian population. The use of personal protective equipment (body armor, helmets, ballistic eyewear) significantly influences the injury distribution, making limbs among the least protected anatomical regions [19]. However, the collection of comprehensive statistics in combat conditions is often challenging, which limits the accuracy of available epidemiological data.

Existing classifications of clavicle and scapula fractures are usually based on anatomical localization

and the number of fragments; however, most do not take into account the specific nature of combat injuries. The situation is further complicated by the multi-structural nature of these injuries, with simultaneous extensive damage to bone, muscle, tendon, joint, and nerve tissues. In our study, we used the AO/OTA fracture classification (2018 edition), which provides a two-level approach. The first level defines the anatomical location of the fracture, which is especially relevant in cases of multi-structural injuries. The second level further specifies each fracture location. Scapular fractures are designated as number 14 and classified as intra-articular segment fractures (F), with F0 including all fractures of the articular segment, F1 representing simple fractures with two major fragments, and F2 representing comminuted fractures of the articular segment. Fractures of the scapular body (B) are divided into B1 (simple fractures with two or fewer major fragments) and B2 (comminuted fractures with more than three fragments). Fractures of the scapular processes (P) include P1 (coracoid process fractures), P2 (acromion process fractures), and P3 (combined fractures of both processes) [8]. Clavicle fractures are designated as number 15 and are classified as fractures of the proximal (medial) segment (15.1), diaphyseal fractures (15.2), and distal (lateral) segment fractures (15.3) [16].

Bone tissue injuries with defect formation represent one of the most significant challenges in combat trauma. According to the literature, the frequency of bone defects in patients with combat-related limb injuries ranges from 5.95% to 76% [17, 1]. In our study, bone defects were identified in 68.3% of patients, with an average defect length of 4.7 ± 3.8 cm. Bone defects resulting from combat trauma differ markedly from those sustained in peacetime due to higher contamination and associated soft tissue damage. This significantly complicates the recovery process and requires considerable surgical and resource expenditures.

According to S. Strafun et al., the need for soft tissue reconstruction in patients with gunshot injuries of the shoulder arose in 27.9% of cases, while shoulder muscle reconstruction was required in only 3.7% [4]. Muscle tissue is highly sensitive to the cavitation effects of the temporary pulsating cavity generated by high-velocity projectiles, resulting in extensive destruction not only of soft tissues but also of bone structures, with the introduction of foreign material and microbial contamination, complicating the healing process.

Injuries to the suprascapular and axillary nerves resulting from gunshot fractures of the scapula represent a serious complication, significantly

impairing shoulder joint function. However, the available literature lacks reliable statistical data on the prevalence of such injuries, complicating the selection of reconstructive treatment strategies.

Vascular injuries are observed more frequently in modern conflicts compared to previous wars. This is due to improved evacuation procedures, timely application of tourniquets, and more effective prehospital care. According to the literature, injuries to major vessels account for 2.8–8% of combat-related injuries and remain an important cause of mortality both on the battlefield and during evacuation [18].

Gunshot wounds are characterized by severe tissue destruction, deep contamination, and frequent infectious complications, leading to prolonged healing times compared to other types of injuries. Our findings confirm that combat-related surgical trauma of the shoulder girdle is multi-structural in nature, involving damage to bones, soft tissues, tendons, nerves, and vessels, and requiring a multidisciplinary treatment approach.

Conclusions

Based on surgical treatment of 63 patients with combat-related injuries of the shoulder girdle, several key conclusions can be made:

1. Injury structure. Most patients (98.4%) were males, and injuries were almost equally distributed between the right (46.1%) and left (53.9%) shoulder girdles. Injuries were most often caused by gunshot wounds (55.6%) and mine-blast trauma (20.6%).

2. Types of injuries. The most common were fractures and dislocations of the clavicular joints (44.4%), fractures of the scapula (27.0%), and combined injuries of the clavicle and scapula (28.6%), confirming the multi-structural nature of shoulder girdle combat injuries.

3. Bone defects. Bone defects were identified in 68.3% of patients. The mean defect length was 4.7 ± 3.8 cm, indicating the severity of these injuries and the need for complex reconstructive treatment. The issue of bone defect reconstruction in combat-related injuries remains relevant and warrants further research.

4. Soft tissue and nerve injuries. Muscle injuries were observed in 85.7% of patients, most commonly affecting the deltoid, supraspinatus, and infraspinatus muscles. Peripheral nerve injuries were identified in 22.2% of patients, predominantly involving the suprascapular and axillary nerves, which significantly impacts functional treatment outcomes.

5. Vascular injuries. Injuries to major vessels (axillary artery and vein) were diagnosed in 4.8%

of patients, requiring urgent surgical intervention, including endovascular reconstruction in cases of post-traumatic aneurysms.

Conflict of Interest. The authors declare no conflict of interest.

Prospects for Further Research. In-depth study of the long-term outcomes of injuries and treatment results in patients with combat-related surgical trauma of the shoulder girdle is necessary.

Funding Information. This study is non-commercial and received no external funding.

References

1. Бур'янов ОА, Ярмолук ЮО, Деркач СО, Клапчук ЮВ, Лось ДВ. Оптимізація системи лікування постраждалих із вогнепальними переломами довгих кісток. *Травма*. 2023;24(3):38–44. doi:10.22141/1608-1706.3.24.2023.953.
2. Burianov O, Yarmoliuk Y, Derkach S, Klapchuk Y, Los D. Optimization of the treatment system for victims with long-bone gunshot fractures. *Trauma*. 2023;24(3):38–44. doi:10.22141/1608-1706.3.24.2023.953. [in Ukrainian]
3. Гайда ІМ, Бадюк МІ, Сушко ЮІ. Особливості структури та перебігу сучасної бойової травми у військовослужбовців Збройних Сил України. *Патологія*. 2018;15(1(42)):73–76. doi:10.14739/2310-1237.2018.1.129329.
4. Gaida IM, Badyuk MI, Sushko YI. Peculiarities of structure and course of modern combat trauma among servicemen of the Armed Forces of Ukraine. *Pathologia*. 2018;15(1(42)):73–76. doi:10.14739/2310-1237.2018.1.129329. [in Ukrainian]
5. Хоменко ІП, Король СО, Халік СВ, Шаповалов ВЮ, Єнін РВ, Герасименко ОС, та ін. Клініко-епідеміологічний аналіз структури бойової хірургічної травми під час Антитерористичної операції / Операції об'єднаних сил. *UJMM*. 2021;2(2):5–13. doi:10.46847/ujmm.2021.2(2)-005.
6. Khomenko IP, Korol SO, Khalik SV, Shapovalov VY, Yenin RV, Herasymenko OS, et al. Clinical and epidemiological analysis of the structure of combat surgical injury during the Anti-terrorist Operation / Joint Forces Operation. *UJMM*. 2021;2(2):5–13. doi:10.46847/ujmm.2021.2(2)-005. [in Ukrainian]
7. Страфун С, Курінний І, Борзих Н, Цимбалюк Я, Шипунов В. Тактика хірургічного лікування поранених із вогнепальними ушкодженнями верхньої кінцівки в сучасних умовах. *Вісник ортопедії, травматології та протезування*. 2021;2(109):10–17. doi:10.37647/0132-2486-2021-109-2-10-17.
8. Strafun S, Kurinnyi I, Borzykh N, Tsybaliuk Y, Shypunov V. Tactics of surgical treatment of wounded with gunshot injuries of the upper limb in modern conditions. *Herald of Orthopedics, Traumatology and Prosthetics*. 2021;2(109):10–17. doi:10.37647/0132-2486-2021-109-2-10-17. [in Ukrainian]
9. Krishna M, Paul S, Gupta RK, Mittal A, Bishnoi S, Garg AM, et al. Evaluating the outcomes of managing displaced clavicular fractures by using precontoured clavicular plates. *Cureus*. 2024;16(8):e66095. doi:10.7759/cureus.66095..
10. Prillwitz M, Tauber M, Martetschläger F. Klavikulafrakturen: diagnostik, therapie und management. *Orthopade*. 2025;54(2):157–65. doi:10.1007/s00132-024-04590-8.
11. Prillwitz M, Tauber M, Martetschläger F. Clavicle fractures: diagnostics, therapy and management. *Orthopade*. 2025;54(2):157–65. doi:10.1007/s00132-024-04590-8. [in German]
12. Nolte PC, Lacheta L, Dekker TJ, Elrick BP, Millett PJ. Optimal management of acromioclavicular dislocation: current perspectives. *Orthop Res Rev*. 2020;12:27–44. doi:10.2147/ORR.S218991
13. Pires RE, Giordano V, de Souza FSM, Labronici PJ. Current challenges and controversies in the management of scapular fractures: a review. *Patient Saf Surg*. 2021;15(1):6. doi:10.1186/s13037-020-00281-3.
14. Vidović D, Benčić I, Čuti T, Bakota B, Bekić M, Dobrić I, et al. Surgical treatment of scapular fractures: results and complications. *Injury*. 2021;52(Suppl 5):S38–S43. doi:10.1016/j.injury.2020.09.031.
15. Телепенко ГВ, Гайович ВВ. Аналіз раннього хірургічного лікування невірно консолидованих вогнепальних переломів лопатки. *Terra Orthopaedica*. 2024;2(121):4–9. doi:10.37647/2786-7595-2024-121-2-4-9.
16. Telepenko H, Haiovych V. Analysis of early surgical treatment of incorrectly consolidated gunshot fractures of the scapula. *Terra Orthop*. 2024;2(121):4–9. doi:10.37647/2786-7595-2024-121-2-4-9. [in Ukrainian]
17. Meinberg EG, Agel J, Roberts CS, Karam MD, Kellam JF. Fracture and dislocation classification compendium–2018. *J Orthop Trauma*. 2018;32(Suppl 1):S1–S170. doi:10.1097/BOT.0000000000001063.
18. Seddon HJ. Three types of nerve injury. *Brain*. 1943;66(4):237–88. doi:10.1093/brain/66.4.237.
19. Лоскутов ОЕ, Жердев ІІ, Доманський АМ, Король СО. Хірургічна тактика лікування вогнепальних поранень кінцівок в умовах багатопрофільної лікарні. *Травма*. 2022;17(3):169–72. doi:10.22141/1608-1706.3.17.2016.75804.
20. Loskutov OE, Zherdev II, Domanskyi AM, Korol SO. Surgical tactics for treating gunshot injuries of the extremities in a multiprofile hospital. *Trauma*. 2022;17(3):169–72. doi:10.22141/1608-1706.3.17.2016.75804. [in Ukrainian]
21. Owens BD, Kragh JF Jr, Macaitis J, Svoboda SJ, Wenke JC. Characterization of extremity wounds in Operation Iraqi Freedom and Operation Enduring Freedom. *J Orthop Trauma*. 2007;21(4):254–57. doi:10.1097/BOT.0b013e31802f78fb.
22. Tahtabasi M, Er S, Karasu R, Ucaroglu ER. Bomb blast: imaging findings, treatment and clinical course of extremity traumas. *BMC Emerg Med*. 2021;21(1):28. Published 2021 Mar 6. https://doi:10.1186/s12873-021-00421-7
23. Markes AR, Garcia-Lopez E, Halvorson RT, Swarup I. Management of displaced midshaft clavicle fractures in pediatrics and adolescents: operative vs nonoperative treatment. *Orthop Res Rev*. 2022;14:373–81. doi:10.2147/ORR.S340538.
24. Король СО. Кісткова пластика в системі спеціалізованого лікування поранених з бойовими травмами кінцівок. *Травма*. 2021;19(1):20–26. doi:10.22141/1608-1706.1.19.2018.126659.
25. Korol SO. Bone grafting in the system of specialized treatment of victims with battle limb injuries. *Trauma*. 2021;19(1):20–26. doi:10.22141/1608-1706.1.19.2018.126659. [in Ukrainian]
26. Руденко М, Дакал А. Патолофізіологія вогнепальних ушкоджень магістральних судин: аналіз сучасних досліджень. *Сучасна медицина, фармація та психологічне здоров'я*. 2023;2(11):18–22. doi:10.32689/2663-0672-2023-2-3.
27. Rudenko M, Dakal A. Pathophysiology of flammable injuries of main vessels: analysis of modern research. *Modern medicine, pharmacy and psychological health*. 2023;2(11):18–22. doi:10.32689/2663-0672-2023-2-3. [in Ukrainian]

19. Roberts DC, Power DM, Stapley SA. A review of 10 years of scapula injuries sustained by UK military personnel on opera-

tions. J R Army Med Corps. 2018;164(1):30–34. doi:10.1136/jramc-2017-000773.

Аналіз характеру та тяжкості ушкоджень у пацієнтів із бойовою хірургічною травмою надпліччя

Долгополов О.В.¹, Безрученко С. О.¹✉, Зінченко В.В.¹, Занько І.С.¹, Ворона А.О.¹
¹ДУ «Інститут травматології та ортопедії НАМН України»

Резюме. Актуальність. Згідно з різними дослідженнями, ушкодження кінцівок, спричинені бойовими травмами, становлять від 44 до 70% від усіх травм опорно-рухового апарату. **Мета дослідження.** Проаналізувати ушкодження в пацієнтів із бойовою хірургічною травмою надпліччя, які отримали хірургічне лікування. **Матеріали і методи.** Проведено ретроспективний аналіз хірургічного лікування 733 пацієнтів із бойовою хірургічною травмою кінцівок: 378 пацієнтів (51,6%) з травмою верхньої та 355 (48,4%) з травмою нижньої кінцівки, які перебували на стаціонарному лікуванні у відділенні важкої поліструктурної травми ДУ «Інститут травматології та ортопедії НАМН України» з 01 серпня 2022 року по 31 грудня 2024 року. **Результати.** У період з серпня 2022 по грудень 2024 року проведено хірургічне лікування 63 пацієнтів з бойовою хірургічною травмою ділянки надпліччя, що становить 8,6% від усіх травм верхніх та нижніх кінцівок та 16,7% від травм верхніх кінцівок. Середній вік пацієнтів становив $34,7 \pm 8,1$ років. За типом ушкоджень кульові поранення були в 35 пацієнтів (55,6%), мінно-вибухові поранення – у 13 пацієнтів (20,6%), інші ушкодження становили 8 випадків (12,7%), осколкові поранення – 4 пацієнта (6,3%), ДТП – 3 пацієнта (4,8%). За локалізацією переломів пацієнти були розподілені на 3 групи: переломи та вивихи суглобів ключиці – 28 пацієнтів (44,4%), переломи лопатки (II група) – 17 пацієнтів (27,0%) та комбіновані переломи ключиці та лопатки (III група) – 18 пацієнтів (28,6%). Дефекти кісткової тканини спостерігали в 43 пацієнтів (68,3%), середня довжина дефекту склала – $4,7 \pm 3,8$ см. Вогнепальні рани м'яких тканин з пошкодженням м'язів та сухожилків були в 54 пацієнтів (85,7%). Пошкодження нервів були в 14 пацієнтів (22,2%). Ушкодження магістральних судин, що призвели до хірургічного лікування, згідно даних супроводжуючої документації, спостерігали у 3 пацієнтів (4,8%). **Висновки.** Аналіз бойової хірургічної травми ділянки надпліччя показав високу частоту поліструктурних ушкоджень, зокрема у чоловіків працездатного віку (96,8%), що потребують складного хірургічного втручання та тривалого відновлення. Найпоширенішими були переломи ключиці та лопатки (44,4% і 27,0% відповідно), а також ушкодження м'язів (85,7%) і нервів (22,2%), що значно ускладнюють лікування та реабілітацію пацієнтів.

Ключові слова. Верхня кінцівка, вогнепальні переломи, бойова травма, лопатка, ключиця, плечовий суглоб, хірургічне лікування, реконструктивно-відновні операції.

Тотальне ендопротезування кульшового суглоба після переломів кульшової западини

Торчинський В.П.¹✉, Лябах А.П.¹

Резюме. Актуальність. Наслідки переломів кульшової западини у більшості випадків проявляються коксартрозом та/або асептичним некрозом головки стегнової кістки. Одним із найважливіших питань є центрація штучної кульшової западини, що залежить від анатомічних умов. **Мета.** Провести аналіз результатів тотального ендопротезування кульшового суглоба (ТЕПКС) у пацієнтів з наслідками переломів кульшової западини, порівняти функціональні результати в залежності від складності центрації ацетабулярного компонента. **Матеріал і методи.** 70 пацієнтів віком 24 – 67 років з наслідками переломів кульшової западини, яким виконали ТЕПКС, були розділені на дві групи: I група (31 випадок), центрація ацетабулярного компонента не викликала проблем; II група (39 випадків), центрація ацетабулярного компонента ендопротеза була технічно складною. Оцінка функціональних результатів була проведена у всіх пацієнтів у термін 2 – 15 років з використанням Harris Hip Score (HHS). **Результати.** Вихідний стан пацієнтів I групи за HHS був достовірно кращим і становив $55,7 \pm 11,7$ бали проти $35,9 \pm 10,4$ балів у пацієнтів II групи ($p < 0,001$; двовибірковий *t*-тест). **Результати** ТЕПКС у пацієнтів I групи були також достовірно кращими ($p = 0,026$; двовибірковий *t*-тест), ніж у пацієнтів II групи ($94,3 \pm 4,6$ проти $90,6 \pm 8,7$ балів). Однак врахування мінімально клінічно значущої зміни (MCID) для HHS свідчило про клінічно незначущу різницю. **Заключення.** Точне відновлення анатомії, особливо центра ротації кульшового суглоба – ключовий фактор успіху, що забезпечує успішне функціонування ендопротеза, впливає на його стабільність, біомеханіку м'язів і тривалість служби імплантата. Застосування індивідуального та диференційованого підходу до ТЕПКС у пацієнтів з наслідками переломів кульшової западини дозволяє отримати добрі та відмінні анатомо-функціональні результати лікування, середні значення яких за Harris Hip Score перевищують 90 відсотків.

Ключові слова: перелом кульшової западини, тотальне ендопротезування кульшового суглоба, центр ротації кульшового суглоба.

Вступ

Переломи кульшової западини в переважній більшості випадків виникають внаслідок високоенергетичної травми – дорожньо-транспортна пригода або падіння з висоти і створюють значні труднощі для консервативного чи хірургічного лікування. Успіх лікування таких переломів полягає у ранньому та максимально точному відновленні конгруентності кульшової западини та якнайшвидшого початку реабілітації [1]. Високоенергетичні травми часто є поєднаними і соматичний стан хворого не завжди дозволяє виконати оперативне втручання у найближчі терміни після травми і з

плином часу хірургічне втручання з відновлення конгруентності кульшової западини та усунення деформацій стає проблематичним. Крім того, перелом кульшової западини навіть при ідеальному її відновленні, у переважній більшості випадків, призводить до розвитку коксартроза або асептичного некрозу головки стегнової кістки, що і створює потребу у заміні кульшового суглоба штучним в ранні терміни чи відтерміновано [2]. Згідно дослідження, проведеного Rollmann M.F. та ін. [3] у найближчі 2,7 років після травми кульшової западини 20 % пацієнтів потребують тотального ендопротезування кульшового суглоба (ТЕПКС) і ця кількість збільшується щороку на 6,1 % в залежності від ступеня залишкової деформації кульшової западини. Matta J.M. [4] та Tonetti J [5] вказують на пряму залежність термінів ендопротезування

✉Торчинський В.П., victorch@ua.fm

¹ДУ «Інститут травматології та ортопедії НАМН України», Україна, Київ

від точності відновлення конгруентності кульшової западини.

ТЕПКС після перелому кульшової западини може бути викликом для хірурга-ортопеда. У частині випадків стандартне ТЕПКС здатне забезпечити достатньо позитивні результати. Інша частина випадків потребує нестандартних хірургічних рішень через достатній перелік ускладнюючих моментів: інфекційний процес, наявність залишкової деформації таза та кульшової западини, втрата кісткової маси кульшової западини, неконсолідовані переломи, остеонекроз кісткових фрагментів, наявність металевих конструкцій або їх залишків, гетеротопічна осифікація, пошкодження сідничного нерва. Усе це викликає потребу у нетипових доступах, застосуванні спеціальних конструкцій ацетабулярних компонентів протеза, виконання кісткової пластики дефектів. При неможливості покладатися на внутрішні анатомічні орієнтири для правильної імплантації ацетабулярного компонента протеза та відновлення центру ротації кульшового суглоба доцільно використовувати навігаційні системи. В окремих випадках доцільне виконання підготовчих хірургічних втручань не тільки в ділянці ушкодження, але і корекції паралітичної стопи при незворотному ушкодженні сідничного нерва [6].

Таким чином, наслідки переломів кульшової западини представлені двома основними варіантами: нормальна або майже нормальна топографія кульшової западини, коли центрація ацетабулярного компонента не викликає проблем; змінена топографія кульшової западини та втрата анатомічних орієнтирів, коли центрація ацетабулярного компонента ендопротеза є технічно складною. Відповідно, результати ТЕПКС у пацієнтів цих двох груп повинні відрізнятись. Однак подібних порівняльних досліджень в літературі нам віднайти не вдалось.

Мета. Провести аналіз результатів тотального ендопротезування кульшового суглоба у пацієнтів з наслідками переломів кульшової западини, порівняти функціональні результати в залежності від складності центрації ацетабулярного компонента.

Матеріал та методи

Дане дослідження включає аналіз результатів лікування 70 пацієнтів з наслідками переломів кульшової западини, яким в умовах ДУ «ІТО НАМНУ» протягом 2010 – 2022 років було виконане ТЕПКС. Дослідження схвалене Вченою радою ДУ «ІТО НАМНУ», його проведення відповідало заходам Гельсінської декларації з прав людини та вимогам локального комітету з біоетики. Інфор-

мована згода отримана від усіх пацієнтів. Дизайн дослідження: серія випадків, паралельні групи, ретроспективний аналіз.

Вік пацієнтів становив 24 – 67 років. Чоловіків було 68 (97,1 %), жінок – 2 (2,9 %). Більшою частиною наслідки переломів кульшової западини були представлені переломами задньої стінки (27 ізольовані та 19 поєднані з переломами задньої колони) з вивихом головки стегнової кістки – у 23 випадках. Наслідки поперечних переломів ми спостерігали у 24 випадках. В переважній більшості випадків (98 %) первинне лікування було проведене в інших медичних закладах: консервативне – у 31 випадку (44,3 %), хірургічне (відкрита репозиція та внутрішня фіксація перелому) – у 39 (55,7 %). У 14 пацієнтів в умовах ДУ «ІТО НАМНУ» були проведені підготовчі оперативні втручання, а саме: видалення металевих фіксаторів, резекція головки стегнової кістки при інфекційних ускладненнях, невроділі сідничного нерва, міотендотранспозиції при паралітичній стопі. Терміни від моменту травми до ендопротезування складали від 6 місяців до 27 років. Основна кількість ендопротезувань була виконана з використанням передньо-латерального доступу Hardinge або задньо-латерального доступу Kocher – Langenbeck, коли під час ендопротезування була потреба у відновленні задньої колони, видаленні металевих фіксаторів чи ревізії сідничного нерва.

Пацієнти були розподілені на дві групи незалежно від анатомії перелому. Поділ ґрунтувався на топографії кульшової западини. До I клінічної групи (31 випадок) увійшли пацієнти з нормальною або майже нормальною топографією кульшової западини, коли центрація ацетабулярного компонента не викликала проблем. До II клінічної групи (39 випадків) включено пацієнтів зі зміненою топографією кульшової западини та втратою анатомічних орієнтирів, коли центрація ацетабулярного компонента ендопротеза була технічно складною.

Оцінка функціональних результатів була проведена у всіх пацієнтів в термін 2 – 15 років з використанням Harris Hip Score (HHS) [7]. Числові дані вносили в електронну таблицю, вираховували описову статистику. Різницю між середніми оцінювали в межах кожної групи (парний t-тест) та між групами (непарний t-тест) при рівні значимості 0,05. Всі обчислення проводили в програмі Excel-13 із застосуванням наданого пакету програм.

Результати

Показанням до ендопротезування кульшового суглоба у хворих з наслідками переломів кульшової западини були посттравматичний коксартроз,

асептичний некроз головки стегнової кістки, стійкий медикаментозальний больовий синдром, неможливість навантаження кінцівки, значне обмеження рухів в кульшовому суглобі.

Проведений аналіз лікування пацієнтів з наслідками переломів кульшової западини показав, що у випадках переломів із незначним зміщенням уламків, лікування яких проводилось консервативно, а також у хворих, яким була виконана відкрита репозиція та внутрішня фіксація перелому з адекватним відновленням цілісності кульшової западини, ендопротезування кульшового суглоба загалом не було проблематичним. Технічні особливості операцій у таких випадках були обумовлені зміною анатомії м'яких тканин, пов'язаних з попередніми операціями або наявністю гетеротопічної осифікації.

У випадках переломів задньої стінки кульшової западини з підвивихом чи вивихом головки стегнової кістки виникала потреба у створенні умов для надійної фіксації ацетабулярного компонента протеза, що досягалось шляхом заміщення дефекту кістковим аутоотрансплантатом з видаленої головки стегнової кістки або імплантації чашки протеза з аугментом відповідного розміру. Зважаючи на те, що більшість наших пацієнтів були людьми молодого та середнього віку, ми віддавали перевагу виконанню кісткової аутопластики. Слід зазначити, що при таких переломах часто спостерігалась консолидація відламаного фрагмента задньої стінки кульшової западини вище місця перелому. В таких випадках ми не вважали за доцільне видаляти такий фрагмент, а використовували його як додаткову опору для імплантату та розміщували кістковий аутоотрансплантат між невірно кон-

солідованим фрагментом та чашкою протеза, що може бути продемонстровано наступним клінічним прикладом.

Пацієнт віком 53 роки, був госпіталізований через 1,5 роки після консервативного лікування перелому задньої стінки правої кульшової западини з вивихом головки стегнової кістки (рис. 1- А, Б). Доступ передньо-латеральний; після мобілізації проксимального відділу стегнової кістки виконали остеотомію шийки стегнової кістки та видалили головку. Кульшова западина та дефект задньої стінки були повністю очищені від рубцевих тканин, що дозволило візуалізувати фрагмент задньої стінки, який був зрощений з тазовою кісткою. Попередню підготовку западини фрезами провели, орієнтуючись на збережені внутрішні орієнтири – фігуру сльози та поперечну зв'язку кульшової западини. Розмір западини визначали відповідно до її каудально-краніального відділу. З резектованої головки стегнової кістки підготували трансплантат відповідної форми та розмірів, розмістили його нижче фрагменту задньої стінки, так щоб він щільно прилягав до нього та до кульшової западини. Трансплантат фіксували до тазової кістки двома паралельними гвинтами. Після повторної підготовки кульшової западини фрезами імплантували безцементний ацетабулярний компонент протеза press fit. Зазвичай розмір протеза був на один більше від останньої використаної фрези для досягнення більш напруженого стану в створеній системі – кульшова западина, протез, трансплантат, гвинти, фрагмент задньої стінки. Стегновий компонент протеза безцементний press fit (рис. 1-В).

Більш складним викликом для хірурга є імплан-



Рис. 1. ТЕПКС у пацієнта із невірно консолидованим переломом задньої стінки кульшової западини.

А, Б – рентгенограми правого кульшового суглоба, підвивих головки стегнової кістки.

В – рентгенограма правого кульшового суглоба після ТЕПКС та кісткової аутопластики дефекту кульшової западини із видаленої головки стегнової кістки.

тація ацетабулярного компонента протеза у хворих з наслідками поєднаних переломів кульшової западини – задньої колони та задньої стінки або поперечного перелому та задньої стінки. Наступний клінічний приклад демонструє рентгенограми пацієнта 48 років (рис. 2), який звернувся із скаргами на біль в ділянці лівого кульшового суглоба, відсутність опороздатності кінцівки через 13 місяців після травмування в ДТП. На попередніх етапах лікування пацієнту було виконано відкриту репозицію та внутрішню фіксацію тазової кістки, згодом металеві фіксатори були вилучені через 8 місяців (зі слів пацієнта, медична документація відсутня). На рентгенограмі виявлено невірно консолидований поперечний перелом кульшової западини, дефект задньо-верхньої частини стінки, наявність металевого гвинта в м'яких тканинах ділянки малого тазу. В цьому випадку ми застосували передньо-латеральний доступ до кульшового суглоба за Hardinge. Виконана попередня підготовка кульшової западини фрезами з орієнтуванням на залишки поперечної зв'язки кульшової западини. Після виконання кісткової аутопластики трансплантатом з видаленої головки стегнової кістки та фіксації його гвинтами, була проведена повторна підготовка западини фрезами та імплантовано безцементний ацетабулярний компонент

протеза press fit. Стегновий компонент протеза – безцементний press fit. Ми не вважали за доцільне видаляти гвинт з ділянки малого тазу, так як він не створював перешкод для імплантації чашки протеза і це потребувало б виконання додаткового доступу, що значно збільшило б тривалість і травматичність оперативного втручання.

Загалом ми вважаємо за необхідне видаляти усі попередньо встановлені металеві конструкції, які потенційно можуть перешкоджати адекватній імплантації ацетабулярного компонента протеза. Причому, ми віддаємо перевагу двоетапному оперативному втручання – спочатку видалення металевих фіксаторів і наступним етапом проводимо (через 1,5 – 2 місяці) ТЕПКС. Такий підхід зменшує тривалість і травматичність операції ендопротезування, а також ймовірність інфекційних ускладнень [8,9].

Наглядним прикладом є наступний клінічний випадок (рис. 3). Пацієнт 49 років звернувся із скаргами на постійний біль в ділянці лівого кульшового суглоба, обмеження рухів, порушення опороздатності кінцівки. 9 місяців тому стався поперечний перелом кульшової западини, який лікували хірургічно. Настало зрощення у хибному положенні. Після обстеження встановлено діагноз: невірно консолидований поперечний перелом лівої



Рис. 2. Невірно консолидований поперечний перелом кульшової западини. Стан після невдалої відкритої репозиції та МОС. Вилучення фіксаторів та гвинт, що мігрував. ТЕПКС та пластика дефекту кульшової западини фрагментом видаленої головки стегнової кістки.

кульшової западини з крайовим дефектом задньої стінки, наявність металевих фіксаторів. Першим етапом хірургічного лікування виконано видалення металевих фіксаторів та резекцію головки стегнової кістки. Через 4 місяці було проведене безцементне ТЕПКС з кістковою аутопластикою дефекта задньої стінки трансплантатом з крила тазової кістки, який було фіксовано гвинтами.

Значні технічні труднощі в хірургічному доступі та імплантації ацетабулярного компонента протеза виникали при наслідках поперечних переломів кульшової западини із значним зміщенням каудального фрагмента тазової кістки та головки стегнової кістки медіально. На рис. 4 показані копії рентгенограм кульшового суглоба пацієнта 52 років, який звернувся із скаргами на біль в ділянці лівого кульшового суглоба, значне обмеження рухів. Хворий ходить з милицями, злегка навантажує ліву ногу. В лівому кульшовому суглобі визначається згинально-відвідна контрактура. На рентгенограмі – невірно консолидований (за рахунок заднього відділу) поперечний перелом лівої кульшової западини зі зміщенням головки стегнової кістки медіально. Операція (ТЕПКС) була виконана з використанням передньо-латерального доступу до кульшового суглоба. Спочатку була проведена подвійна сегментарна остеотомія шийки, фрагментація та видалення головки стегнової кістки. Візуалізація кульшової западини виявила наявність консолидації за рахунок її задніх відділів. Для забезпечення достатньої кісткової маси в ділянці кульшової западини виконали кісткову аутоплас-

тику дефекта западини подрібненими трансплантатами із видаленої головки та шийки стегнової кістки; після їх імпації підготували кісткове ложе фрезами та імплантували безцементний ацетабулярний компонент протеза. Орієнтиром для імплантації був зовнішній край кульшової западини із залишками суглобової губи. Слід зазначити, що під час виконання такої операції хірург повинен бути готовим змінити тактику фіксації ацетабулярного компонента із використанням опорної або антипротрузійної ацетабулярної системи.

Наступний приклад демонструє складний клінічний випадок лікування пацієнта 28 років (рис. 5) з тугим несправжнім суглобом кульшової западини у поєднанні з нейропатією сідничного нерва. Нейропатія сідничного нерва виникла після спроби остеосинтезу. В даному випадку був застосований задньо-латеральний розширений доступ до кульшового суглоба за Kocher – Langenbeck. Був виділений та відстежений сідничний нерв від виходу з малого тазу до нижнього краю *m. quadratus femoris*. Було виявлено ділянку рубцювання навколишніх тканин, яка проєкційно відповідала місцю розташування дистальної дротяної петлі. Після невролізу та мобілізації нерва його взято на трималки, подальші маніпуляції проводили під візуальним контролем його натягіння. Видалено металеві фіксатори, після остеотомії шийки та видалення головки стегнової кістки відкрито кульшову западину. Фрезами проведена первинна обробка западини з видаленням залишків хряща та фіброзно змінених тканин. Візуалізовано зону несправжнього суглоба,

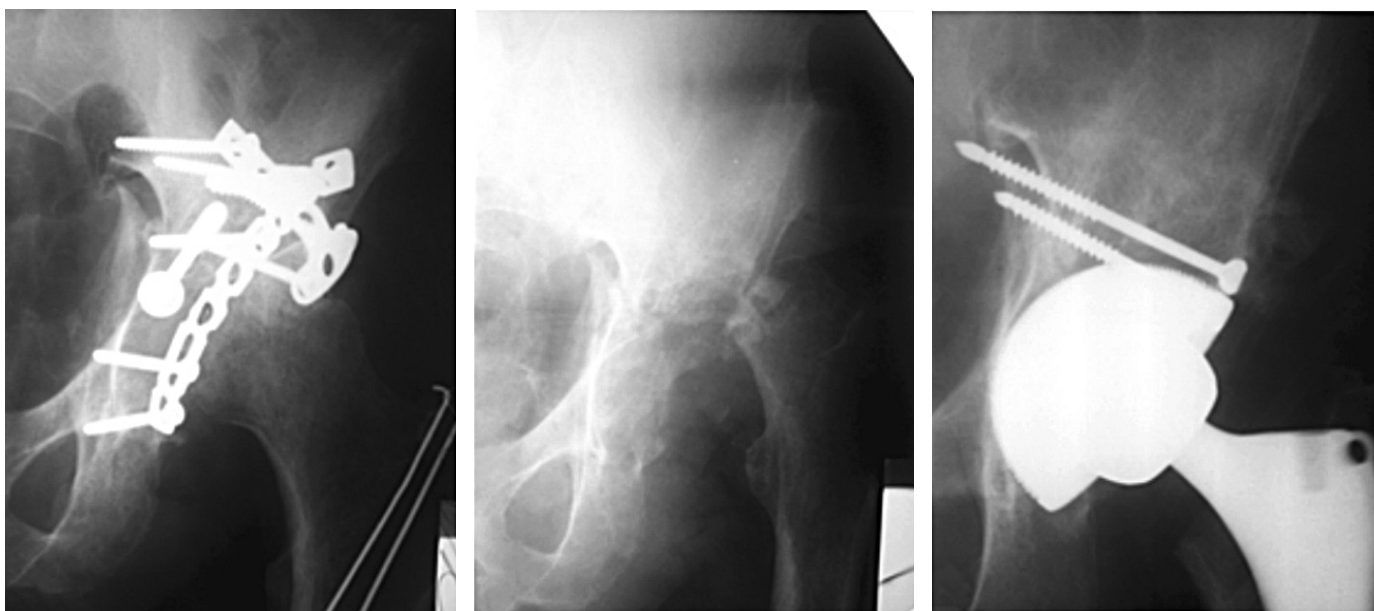


Рис. 3. Невірно консолидований поперечний перелом кульшової западини. Стан після невдалої відкритої репозиції, наявність фіксаторів (А). Рентгенограма після видалення фіксаторів та вилучення фрагментованої головки стегнової кістки (Б). Рентгенограма після ТЕПКС та кісткової аутопластики дефекта кульшової западини залишками шийки стегнової кістки (В).

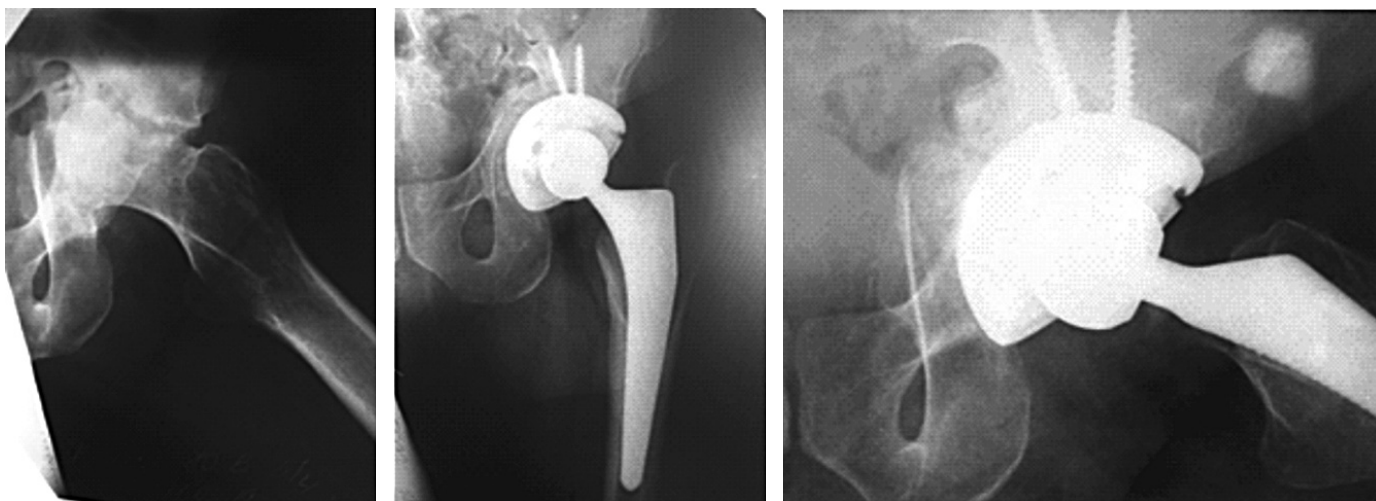


Рис. 4. Невірно консолидований поперечний перелом кульшової западини, дефект медіальної стінки западини (А). Пряма (Б) та бокова (В) рентгенограми кульшового суглоба після ТЕПКС та кісткової аутопластики дефекта кульшової западини спонгіозою з видалених головки та шийки стегнової кістки.

яка була очищена від фіброзно-хрящових тканин до «кров'яної роси». Утворений дефект заповнено подрібненою аутоспонгіозою з видаленої головки стегнової кістки, після чого виконано МОС тазової кістки малеоларним гвинтом, який був проведений з наацетабулярної ділянки перпендикулярно до лінії несправжнього суглоба. Це дозволило досягти стабільної фіксації і компресії між фрагментами та

надійно імплантувати безцементний ацетабулярний компонент протеза press fit.

Як було зазначено вище, в складних випадках імплантації ацетабулярного компонента протеза після переломів кульшової западини завжди повинна бути готовність хірурга до різних інтраопераційних рішень, в тому числі і до застосування опорної ацетабулярної конструкції.

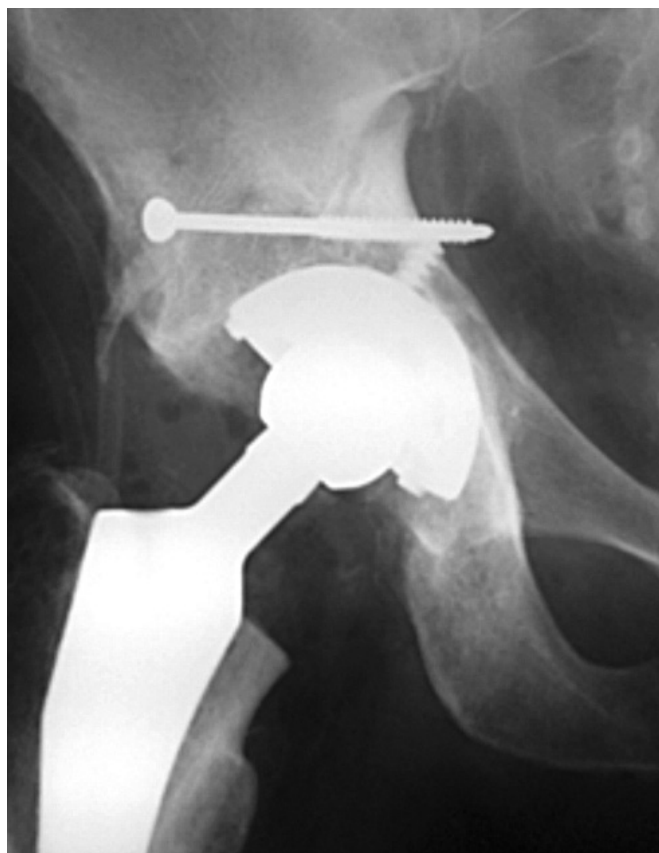


Рис. 5. Несправжній суглоб кульшової западини, наявність фіксаторів (А). Стан після остеосинтезу кульшової западини та ТЕПКС (Б).

На рис. 6 представлені рентгенограми та КТ-скани кульшового суглоба пацієнта віком 61 рік, який звернувся через 6 місяців після кататравми. Лікувався консервативно методом скелетного витягання. На момент госпіталізації пацієнт користується милицями, повністю розвантажуючи ліву ногу. Рухи в кульшовому суглобі болючі. Діагностовано несправжній суглоб після уламкового поперечного перелому кульшової западини зі зміщенням головки стегнової кістки медіально. Хворому було виконане ТЕПКС з імплантацією опорної ацетабулярної конструкції та кістковою аутопластикой дефекта кульшової западини, що дозволило досягти стабілізації тазового кільця та у подальшому повної консолидації фрагментів.

Особливо складними у відношенні визначен-

ня рівня імплантації ацетабулярного компонента протеза для відновлення правильного центра ротатії кульшового суглоба є наслідки багатоуламкових переломів кульшової западини через часткову чи повну відсутність внутрішньо чи зовнішньо ацетабулярних анатомічних орієнтирів. На рис. 7 представлені копії рентгенограм кульшового суглоба до та після оперативного втручання (пряма рентгенограма та спроба бокової при відсутності відведення стегна) хворого віком 41 рік, у якого 21 рік тому в результаті ДТП стався багатоуламковий перелом лівої кульшової западини. Лікувався консервативно. Обмежена опорність нижньої кінцівки була обумовлена вираженим больовим синдромом та ригідністю кульшового суглоба.

У процесі дослідження було проаналізовано

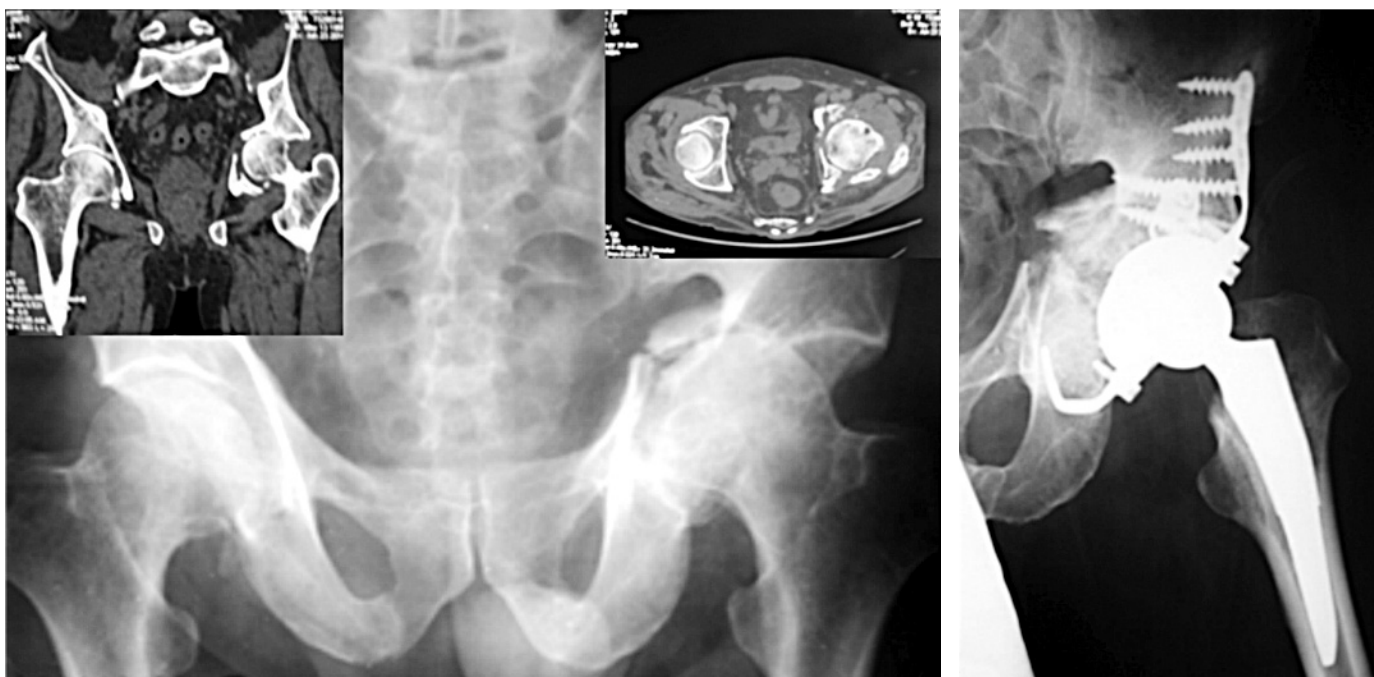


Рис. 6. Несправжній суглоб кульшової западини, оглядова рентгенограма тазу, корональний та аксіальний скани (А). Стан після ТЕПКС з використанням опорної конструкції та кісткової аутопластики спонгіозою з видаленої головки стегнової кістки (Б).



Рис. 7. Лівобічний післятравматичний коксартроз, привідна установка стегна (А, Б) після консервативного лікування багатоуламкового перелому кульшової западини. Рентгенограма після ТЕПКС.

динаміку функціонального стану кульшового суглоба у пацієнтів обох клінічних груп шляхом оцінки показника Harris Hip Score до та після виконання тотального ендопротезування. У вихідному стані пацієнти II групи, у яких спостерігались складні анатомічні умови, зокрема дефекти, невірні консолидовані переломи, несправжні суглоби кульшової западини мали достовірно нижчі середні показники функціонального стану ($35,9 \pm 10,4$ бали) у порівнянні з пацієнтами I групи, у яких анатомічні умови були кращими, де середнє значення NNS становило $55,7 \pm 11,7$ бали ($p < 0,001$).

Післяопераційна оцінка функціонального стану продемонструвала статистично значуще покращення у межах кожної групи ($p < 0,001$). У II групі середній показник становив $90,6 \pm 8,7$ бали. У I групі середнє значення NNS було дещо вищим — $94,3 \pm 4,6$ бали. При міжгруповому порівнянні післяопераційних значень NNS було отримано статистично значущу відмінність ($p = 0,026$), проте якщо врахувати MCID (мінімально клінічно значуща зміна) для NNS, яка становить 7 – 9 балів, ми можемо зазначити, що різниця статистично значуща, але клінічно — незначуща.

Це свідчить про ефективність хірургічного втручання навіть у випадках складного ендопротезування. Цифрові дані для порівняння наведені у таблиці 1.

Отже, незважаючи на суттєво гірший вихідний стан, у пацієнтів II групи був досягнутий функціональний результат, співставний з таким у пацієнтів I групи, що підтверджує доцільність та ефективність використання розширеного планування та інтраопераційної тактики в умовах анатомічних ускладнень.

Дискусія

Таким чином, переломи кульшової западини, які зазвичай настають внаслідок високоенергетичної травми у переважній більшості випадків, в ранні терміни чи відтерміновано, призводять до розвитку коксартрозу або асептичного некрозу головки стегнової кістки, що стає причиною заміни кульшового суглоба штучним. Тотальне ендопротезування кульшового суглоба є найефективнішим, а

часто єдиним можливим методом лікування хворих з наслідками переломів кульшової западини і дозволяє в більшості випадків в короткі терміни після операції ліквідувати больовий синдром, відновити опорну спроможність кінцівки, відновити втрачену рухливість в кульшовому суглобі, довжину кінцівки.

В літературі існують протилежні тенденції щодо тактики лікування переломів кульшової западини та часових термінів виконання ТЕПКС [5]. Одні автори відстоюють негайне проведення ТЕПКС при переломах кульшової западини, при необхідності поєднуючи заміну суглоба з остеосинтезом, застосуванням аугментів та ін. [2], в той час як інші вказують на збільшення частоти ускладнень. Так, Alqazzaz A та ін. [1] порівняли результати ТЕПКС при переломах кульшової западини і встановили, що частота вивихів була суттєво вищою у пацієнтів, яким провели негайне ТЕПКС у порівнянні з тими, яким ТЕПКС виконали більш ніж через 6 місяців після перелому.

На наш погляд, значення відкритої репозиції та остеосинтезу переломів кульшової западини полягає у нормалізації анатомії, що згодом спрощує ТЕПКС в технічному сенсі, що у сукупності дозволяє досягнути добрих результатів. Саме тому ми розподілили пацієнтів у нашому дослідженні за нормальністю анатомії кульшової западини, ігноруючи яким було лікування: хірургічним чи консервативним, і саме це є перевагою нашого дослідження.

ТЕПКС у хворих з наслідками переломів кульшової западини відносяться до складного ендопротезування, особливо при наявності дефектів стінок западини, порушенні цілісності тазового кільця, зміні геометрії тазової кістки. Найбільш проблематичною під час ТЕПКС є імплантація ацетабулярного компонента протеза, що потребує достатньої підготовки та досвіду хірурга у виконанні таких оперативних втручань. Основним, а можна сказати й ключовим питанням є відновлення центра ротації кульшового суглоба, що забезпечує правильність функціонування м'язів, особливо відвідних, зменшення ймовірності вивиху головки протеза, збільшення термінів функціонування протеза через зниження навантаження на ацетабулярний компонент. Під час підготовки та планування оперативного

Таблиця №1

Функціональні результати ТЕПКС за Harris Hip Score.

	I група (n = 31)	II група (n = 39)	p, при $\alpha = 0,05$
До операції	$55,7 \pm 11,7$ (30 – 76)	$35,9 \pm 10,4$ (14 – 54)	$< 0,001^\dagger$
Після операції	$94,3 \pm 4,6$ (86 – 100)	$90,6 \pm 8,7$ (67 – 100)	$0,026^\dagger$
p, при $\alpha = 0,05$	$< 0,001^*$	$< 0,001^*$	

Примітки: * парний t-тест, † непарний t-тест

втручання необхідно оцінити деформації та дефекти кульшової западини за допомогою рентгенографічного дослідження, та при необхідності, комп'ютерної томографії. Важливе значення має оцінка функції м'язів тазового поясу та стегна.

Tonetti та ін. [5] провели мультицентрове дослідження, яке налічувало 367 пацієнтів з ТЕПКС після переломів кульшової западини, поділених на три групи: яким проведено оперативне лікування протягом 3 тижнів; оперованих після остеосинтезу, оперованих більше ніж через 3 тижні, але без попередньо проведеної операції остеосинтезу. Вони показали, що задоволеність операцією була більшою серед тих пацієнтів, яких оперували не раніше 3 тижнів; а нормалізація центру ротації кульшового суглоба краще у пацієнтів, яким виконували остеосинтез. У пацієнтів, яким остеосинтез не проводили, центр ротації кульшового суглоба зміщувався латерально. Ми вважаємо, що існує ще один вагомий аргумент на користь остеосинтезу – це зрощення тазової кістки та гарна якість кісткової тканини внаслідок навантаження.

Ми вважаємо, що при наявності металоконструкцій підготовчим етапом перед ТЕПКС є їх видалення навіть у тому випадку, коли вони потенційно не заважатимуть імплантації штучної кульшової западини. На наш погляд, наявність «зайвого металу» підвищує ризик інфекційних ускладнень. Такої ж тактики притримуються і Tigan D. та ін. [2].

У випадках складних реконструкцій або іноді після первинного ендопротезування є необхідність у ревізії та протекції сідничного нерва. Нерв може бути ушкоджений внаслідок наступних чинників: пряма травма під час дислокації в момент перелому, ушкодження під час остеосинтезу, гетеротопічна осифікація. Хірургічну тактику корегують згідно результатів клініко-інструментального та електроміографічного обстеження. Якщо питанням поводження з п. ischiadicus під час ТЕПКС, як первинного, так і реконструктивного, все ж приділяють увагу [6], то стосовно незворотних ушкоджень у пацієнтів, що потребують ТЕПКС, в літературі дані відсутні. В серії наших спостережень ми мали справу з двома основними видами наслідків: в'ялий параліч з повним обсягом пасивних рухів у гомілковостопному суглобі (так звана, падаюча стопа); в'ялий параліч з фіксованою еквінусною або еквіно-варусною деформацією. В таких випадках перед ТЕПКС виконували ортопедичну реконструкцію стопи: міотендотранспозицію при падаючій стопі або відповідну кісткову резекцію. Корекція стопи передбачала досягнення її правильної анатомічної позиції в трикоординат-

ній системі при навантаженні (plantigrade foot).

Вибір хірургічного доступу залежить від типу перелому кульшової западини, локалізації дефектів, потреби у ревізії сідничного нерва. В переважній більшості випадків ми використовували передньо-латеральний доступ Hardinge, який, на нашу думку, дозволяє достатньо широко відкрити та візуалізувати кульшову западину, визначити внутрішні орієнтири та імплантувати ацетабулярний компонент протеза в правильній позиції. У тих випадках, коли було необхідне ТЕПКС з одномоментним видаленням металевих фіксаторів із задніх відділів кульшової западини або невролізом сідничного нерва, ми використовували задньо-латеральний доступ Kocher – Langenbeck.

Вибір конструкції протеза та способу його фіксації залежить від стану кісткової тканини, ступеня деформації кульшової западини, величини дефектів. У більшості випадків переломів із незначним зміщенням уламків, лікування яких проводилось консервативно, після хірургічного лікування з достатньо точним відновленням геометрії кульшової западини доцільно імплантувати стандартний первинний ендопротез з безцементним, гібридним або повністю цементованим протезом. Зважаючи на молодий та середній вік досліджуваної групи пацієнтів, ми віддавали перевагу безцементному способу фіксації протеза. У випадках дефектів задньої стінки кульшової западини необхідно виконувати кісткову пластику для можливості досягнення надійної press-fit фіксації ацетабулярного компонента. Ми віддаємо перевагу використанню кісткового аутоотрансплантату з видаленої головки стегнової кістки, або, при її відсутності, з крила тазової кістки для заповнення незначного дефекту. При наявності значних дефектів стінок чи дна кульшової западини доцільно виконувати кісткову алопластику або її поєднання з аутопластикою. Якщо досягнення стабільної первинної фіксації ацетабулярного компонента неможливе або ненадійне, що стосується випадків з неконсолідованим переломом, використанням масивних кісткових трансплантатів, в яких протез не може бути зафіксованим, необхідно імплантувати протез з опорною ацетабулярною системою, вибір якої залежить від локалізації перелома та існуючих дефектів. Для правильності імплантації ацетабулярного компонента протеза та відновлення центра ротації кульшового суглоба необхідно інтраопераційно використовувати внутрішні анатомічні орієнтири, а при їх відсутності рентгенографію або навігаційну систему – у нашому випадку з доповненою реальністю.

Заклучення

Переломи кульшової западини, що виникають внаслідок високоенергетичних травм, часто призводять до розвитку ускладнень, зокрема посттравматичного коксартрозу та асептичного некрозу головки стегнової кістки, які зумовлюють необхідність у тотальному ендопротезуванні кульшового суглоба (ТЕПКС). Ефективність ТЕПКС після переломів кульшової западини значною мірою залежить від початкової точності відновлення анатомії суглоба, а також від своєчасності та якості первинного лікування. ТЕПКС у пацієнтів з наслідками переломів кульшової западини є ефективною але технічно складною процедурою, яка часто потребує індивідуального підходу, застосування спеціальних імплантів, кісткової пластики та сучасних методів навігації. Точне відновлення анатомії, особливо центра ротації — ключовий фактор успіху, що забезпечує успішне функціонування ендопротеза, впливає на його стабільність, біомеханіку м'язів і тривалість служби протеза.

Ускладнені випадки потребують мультидисциплінарного підходу та часто передбачають виконання підготовчих хірургічних втручань для досягнення найкращих функціональних результатів та зниження частоти післяопераційних ускладнень. Застосування індивідуального та диференційованого підходу до ТЕПКС у пацієнтів з наслідками переломів кульшової западини дозволяє отримати добрі та відмінні анатомо-функціональні результати лікування, середні значення яких за Harris Hip Score перевищують 90 відсотків.

Конфлікт інтересів. Автори декларують відсутність конфлікту інтересів. Дана публікація не була, не є і не буде предметом комерційної зацікавленості в будь-якій формі.

References

1. Alqazzaz A, Bush AN, Zhuang T, Dehghani B, Gibon E, Nelson CL. Acute Total Hip Arthroplasty Following Acetabular Fracture is Associated With a High Risk of Revision, Dislocation, and Periprosthetic Fracture. *J Arthroplasty*. 2024;39(9S2):S270-S274.e1. doi: 10.1016/j.arth.2024.04.046.
2. Tigani D, Lamattina L, Assenza A, Melucci G, Pizzo A, Donadono C. Management of Acetabular Fractures with Total Hip Replacement: A Narrative Literature Review. *J Pers Med*. 2025;15(7):282. doi: 10.3390/jpm15070282.
3. Rollmann ME, Herath SC, Hofmann A, Südkamp NP. Predictors for secondary hip osteoarthritis after acetabular fractures—a pelvic registry study. *Int Orthop*. 2020;44:203–209. doi:10.1007/s00264-019-04418-w.
4. Matta JM. Fractures of the acetabulum: accuracy of reduction and clinical results in patients managed operatively within three weeks after the injury. *J Bone Joint Surg Am*. 1996;78(11):1632–1645.
5. Tonetti J, Riouallon G, Martz P, de Dompure RB, Erivan R, Guignard A, et al. Functional outcomes and center of rotation restoration in total hip arthroplasty after acetabular fracture: a review of 367 hips. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2024;110(5):103914. doi:10.1016/j.otsr.2024.103914.
6. De Fine M, Romagnoli M, Zaffagnini S, Pignatti G. Sciatic nerve palsy following total hip replacement: are patients' personal characteristics more important than limb lengthening? A systematic review. *Biomed Res Int*. 2017;2017:8361071. doi:10.1155/2017/8361071.
7. Harris WH. Traumatic arthritis of the hip after dislocation and acetabular fractures: treatment by mold arthroplasty. An end-result study using a new method of result evaluation. *J Bone Joint Surg Am*. 1969;51(4):737–755. doi:10.2106/00004623-196951040-00012.
8. Parvizi J, Tan TL, Goswami K, Higuera C, Della Valle C, Chen AF, et al. The 2018 definition of periprosthetic hip and knee infection: an evidence-based and validated criteria. *J Arthroplasty*. 2018;33(5):1309–1314. doi:10.1016/j.arth.2018.02.078.
9. Dwight KD, Maceroli M. Posttraumatic arthritis after acetabular fractures. *Orthop Clin North Am*. 2024 Oct;55(4):453–459. doi:10.1016/j.ocl.2024.04.007.

Total Hip Arthroplasty After Acetabular Fractures

Torchynskyi V.P.¹✉, Liabakh A.P.¹

¹SI «Institute of Traumatology and Orthopedics of NAMS of Ukraine», Kyiv, Ukraine

Summary. Relevance. The consequences of acetabular fractures most often manifest as coxarthrosis and/or aseptic necrosis of the femoral head. One of the most important issues is proper positioning of the artificial hip socket, which depends on anatomical conditions. **Objective.** This study aims to analyze the outcomes of total hip arthroplasty (THA) in patients with sequelae of acetabular fractures and to compare functional results depending on the complexity of acetabular component positioning. **Material and Methods.** Seventy patients aged 24–67 years with sequelae of acetabular fractures who underwent THA were divided into two groups: group I (31 cases), when the positioning of the acetabular component was not problematic; group II (39 cases), when the positioning of the acetabular component of the prosthesis was technically difficult. Functional outcomes were assessed in all patients 2–15 years after surgery using the Harris Hip Score (HHS).

Results. Baseline HHS scores were significantly higher in group I compared with group II (55.7 ± 11.7 vs. 35.9 ± 10.4 ; $p < 0.001$, two-sample *t*-test). Final THA outcomes were also significantly better in group I than in group II (94.3 ± 4.6 vs. 90.6 ± 8.7 ; $p = 0.026$, two-sample *t*-test). However, consideration of the minimal clinically important difference (MCID) for HHS indicated a clinically insignificant difference. **Conclusions.** Accurate restoration of anatomy, particularly the hip joint's center of rotation, is a key success factor ensuring proper prosthesis function, stability, optimal muscle biomechanics, and implant longevity. An individualized and differentiated approach to THA in patients with sequelae of acetabular fractures allows for good and excellent anatomical and functional treatment outcomes, with the average HHS values exceeding 90 percent.

Keywords: acetabular fractures; total hip arthroplasty; hip rotation center.

Аналіз напружено-деформованого стану моделі гомілки з багатоуламковим переломом проксимального кінця великогомілкової кістки при різних варіантах її остеосинтезу під впливом згинаючого навантаження в сагітальній площині

Бур'янов О.А.¹, Кваша В.П.¹✉, Гліба Г.Г.¹, Карпінський М.Ю.², Яресько О.В.²

Резюме. Вступ. Переломи плато великогомілкової кістки відносяться до внутрішньосуглобових пошкоджень. Дискусійним питанням сьогодення є вибір пластини за своєю функціональною спроможністю, що залежить від характеру перелому та місця розташування конструкції, яке потребує подальшого вивчення. **Мета.** Дослідити показники напружень моделі при багатоуламкових переломах проксимального кінця великогомілкової кістки при різновидах стабілізації під впливом згинаючого навантаження в сагітальній площині. **Матеріали та методи.** Створена скінченно-елементна модель проксимального епіметафізу кісток гомілки з його багатоуламковим переломом. Вивчали 3 варіанти остеосинтезу: пластина з медіального боку, пластина з латерального боку та 2 пластини з обох боків. До тибіального плато великогомілкової кістки прикладали згинаючу силу, яка діє ззаду вперед. **Результати.** Пластина, яка накладена з латерального боку, забезпечує мінімальний рівень напружень в кісткових елементах моделі в зоні перелому. Винятком є кісткові фрагменти навколо фіксуючих гвинтів проведених через цю пластину, де рівень напружень перевищує позначку 35,0 МПа. Пластина накладена з медіального боку забезпечує мінімальний рівень напружень навколо фіксуючих гвинтів проведених через неї, але є підвищення рівня напружень на зовнішніх поверхнях кістки в зоні перелому, які в кілька разів вище за показники моделі з латеральним розташуванням пластини, але в абсолютних значеннях ці напруження не перевищують межі 11,1 МПа. Варіант фіксації двома пластинами забезпечує оптимальний варіант розподілу напружень в моделі. Однобічне накладання пластин теж може бути варіантом вибору з урахуванням характеру перелому, кількості уламків, їх розміру, технічних складнощів при накладанні пластин та ін. **Висновки.** Під дією згинаючого навантаження у сагітальній площині остеосинтез із двома пластинами забезпечує найменші напруження. Винятком є зона навколо гвинтів, де напруження в кісткових фрагментах залишаються підвищеними. У моделях з односторонньою фіксацією уламків основна різниця полягає в напруженнях на кісткових фрагментах поблизу гвинтів: при медіальному розташуванні пластини ці показники в кілька рази нижчі, ніж при латеральному.

Ключові слова: великогомілкова кістка, багатоуламковий перелом, остеосинтез, математичне моделювання.

Вступ

Переломи плато великогомілкової кістки, зокрема тип В,С, відносяться до внутрішньосуглобових пошкоджень за класифікацією АО/ASIF.

✉ Кваша В.П., vlkvasba@ukr.net

¹Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, м. Київ, Україна

²ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М.І. Ситенка НАМН України» м. Харків, Україна

Епідеміологія даних переломів зростає з віком пацієнтів. У молодих людей переломи проксимального епіметафізу великогомілкової кістки (ПЕМВГК) складають близько 1% і превалюють пацієнти чоловічої статі. Водночас у людей похилого віку – 8%, переважно у пацієнтів жіночої статі. У людей похилого віку остеопороз є суттєвим і домінуючим фактором ризику виникнення даних переломів через низькоенергетичні механізми [1].

Нехірургічне лікування є варіантом для певних переломів і конкретних клінічних обставин. Показання до консервативного лікування включають: переломи без зміщення або з мінімальним зміщенням; варусну/вальгусну нестабільність менше 5°; важкі супутні захворювання, які не дозволяють застосувати оперативний метод; стан пацієнтів похилого віку з низьким функціональним статусом або стан тих, хто не пересувається і певні деформації відповідно допустимі. Окрім того, при наявності компресії кісткової тканини закрита репозиція не відновлює суглобову поверхню [2].

Враховуючи вищезазначені обмеження більшість дослідників доволі стримано ставляться до застосування консервативного методу особливо у пацієнтів молодого віку [3].

Оперативний метод забезпечується різними способами, включаючи малоінвазивні технології, зокрема артроскопічну техніку [4]. Незалежно від способу, стабілізація відламків проводиться гвинтами, різними за конструктивними та функціональними характеристиками пластинами, або їх комбінаціями [5,6].

Дискусійним питанням сьогодення є вибір пластини за її функціональною спроможністю: стабілізуюча, компресуюча, опорна і т.п. Цей вибір залежить від характеру перелому та місця розташування конструкції і потребує подальшого вивчення. Особливість використання накісткових пластин в тому, що вони витримують навантаження, які діють перпендикулярно площині пластини, і чинять досить слабкий опір навантаженням, які діють в паралельній площині. Отже, згинаючі навантаження в сагітальній площині потребують особливої уваги.

Мета. Дослідити показники напружень моделі при багатоуламкових переломах проксимального кінця великогомілкової кістки при різновидах стабілізації під впливом згинаючого навантаження в сагітальній площині.

Матеріали і методи

Для моделювання остеосинтезу великогомілкової кістки із багатоуламковим переломом її проксимального кінця в лабораторії біомеханіки ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М.І.Ситенка НАМН України» була створена скінченно-елементна модель проксимального епіметафізу кісток гомілки [7] (рисунк 1).



Рис. 1. Базова модель гомілки.

В ділянці проксимального епіметафізу великогомілкової кістки моделювали багатоуламковий перелом шляхом його розділення в різних площинах (рис. 2). Матеріалу в проміжках між фрагментами надавали властивості міжуламкового регенерату.

Вивчали 3 варіанти остеосинтезу проксимального кінця великогомілкової кістки накістковими пластинами: пластина з медіального боку, пластина з латерального боку та 2 платини з обох боків (рис. 3).

В нашому дослідженні скінченний елемент був представлений як тетраедр з десятьма вузлами з квадратичним апроксимуванням. Механічні характеристики кісткової тканини даної ділянки та металевих конструкцій були обрані за літературними даними [8,9] (таблиця 1).

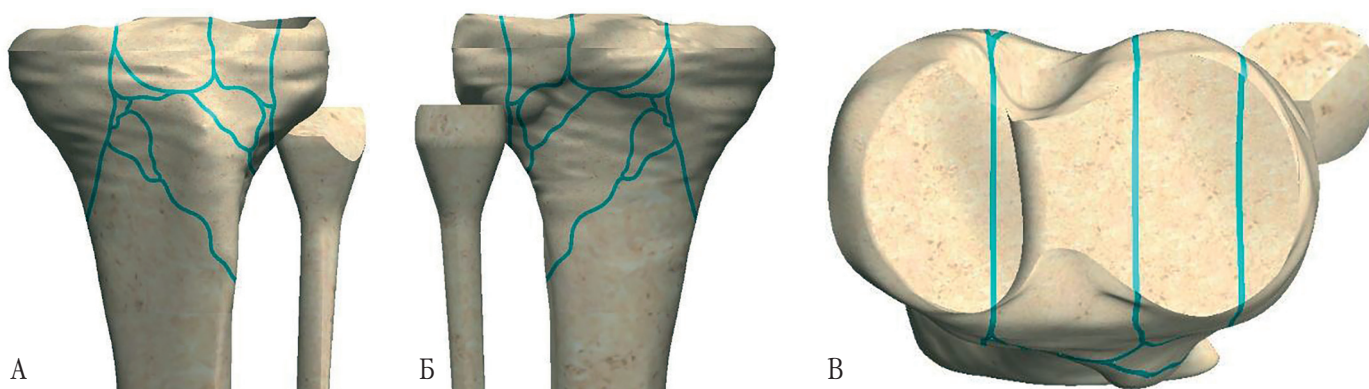


Рис. 2. Модель великогомілкової кістки з багатоуламковим переломом проксимального кінця: а – вид спереду; б – вид ззаду; в – вид зверху



Рис. 3. Варіанти остеосинтезу проксимального кінця великогомілкової кістки з його багатоуламковим переломом: а – пластина з медіального боку; б – пластина з латерального боку; в – дві пластини з обох боків.

Таблиця №1

Вихідні характеристики матеріалів, що використовувались

Матеріал	Модуль Юнга (Е), Мпа	Коефіцієнт Пуассона, ν
Кортикальна кістка	18350	0,29
Губчаста кістка	330	0,30
Кістковий регенерат	1,00	0,45
Хірургічна сталь	2,1•10 ⁵	0,2

Всі моделі вивчались під дією сил на згин у сагітальній площині. Для цього до тібіального плато великогомілкової кістки прикладали згинаючу силу величиною 700 Н, яка діє ззаду вперед. Таке навантаження відповідає вазі пацієнта 70 кг. Дистальний кінець великогомілкової кістки мав жорстке закріплення. Схематичне зображення моделей та прикладання сил представлена на рис. 4.



Рис. 4. Схема навантаження моделей.

Для визначення величини напружень в різних відділах ділянки перелому, фіксуючих конструкціях та їх елементах були обрані контрольні точки (рис. 5, табл. 2).

Таблиця № 2

Локалізація обраних контрольних точок

№	Елемент моделі
1	Присередній виросток
2	Бічний виросток
3	Передня поверхня в зоні перелому
4	Задня поверхня в зоні перелому
5	Кістка навколо гвинтів в міжвиростковій зоні
6	Кістка навколо гвинтів в міжвиростковій зоні
7	Кістка навколо гвинтів в діяфізі
8	Кістка навколо гвинтів в діяфізі
9	Кістка навколо гвинтів в міжуламкових проміжках
10	Кістка навколо гвинтів в міжуламкових проміжках
11	Гвинти верхні (медіальні)
12	Гвинти верхні (латеральні)
13	Гвинти в діяфізі (медіальні)
14	Гвинти в діяфізі (латеральні)
15	Пластина медіальна
16	Пластина латеральна

Для оцінки характеристик моделей, які досліджувались, застосовували критерій Мізеса [10] та відповідний програмний пакет [11].

Результати

На початку експериментального дослідження вивчали показники моделі гомілки з багатоуламковим переломом проксимального кінця великогомілкової кістки та її остеосинтезом накістковою пластиною, яка розташовувалась з медіального боку (рис. 6).

Під впливом згинаючого навантаження в сагітальній площині в моделі гомілки з багатоуламковим переломом проксимального кінця великогомілкової кістки і остеосинтезом пластиною з медіального боку максимальні напруження

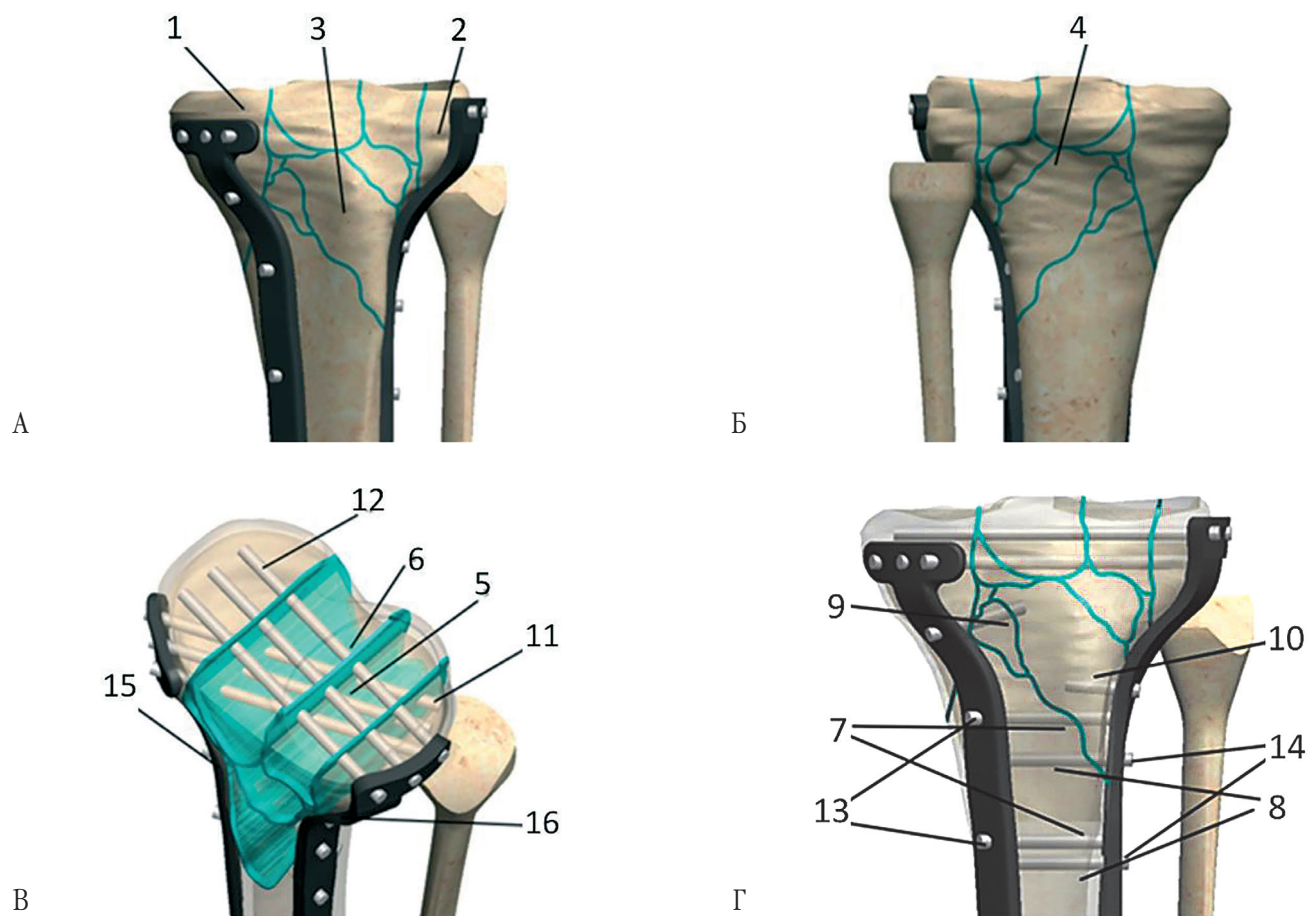


Рис. 5. Топографія контрольних точок:
А – вигляд спереду; Б – вигляд ззаду; В – вид зверху (гвинти); Г – вид спереду (гвинти)

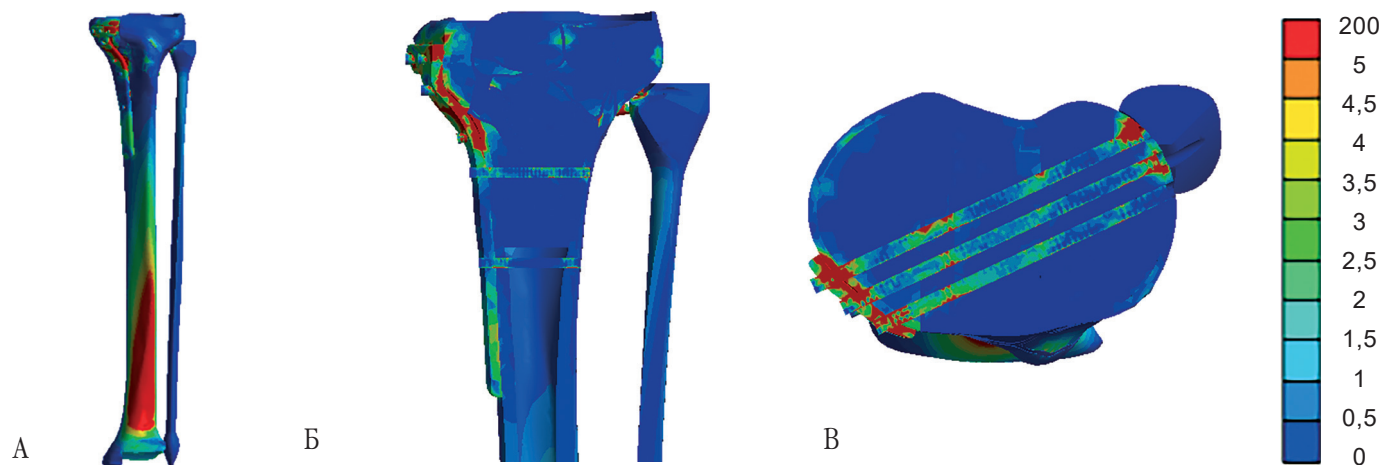


Рис. 6. Розподіл напружень в кістковій тканині моделі гомілки з багатоуламковим переломом проксимального кінця великогомілкової кістки і остеосинтезом пластиною з медіального боку: А – загальний вид; Б – вид спереду (перетин по гвинтам в діяфізі); В – вид зверху (перетин по гвинтам в метафізі).

величиною 11,1 МПа виникають на присередньому виростку та 10,0 МПа навколо гвинтів в між-уламкових проміжках. Мінімальні значення напружень 1,6 МПа та 1,5 МПа зафіксовано на бічному виростку та на кісткових фрагментах навколо фік-

суючих гвинтів в міжвиростковій зоні. На інших ділянках великогомілкової кістки рівень напружень визначається в межах від 2,0 МПа до 6,7 МПа.

Напружено-деформований стан елементів металевої конструкції наведено на рис. 7.

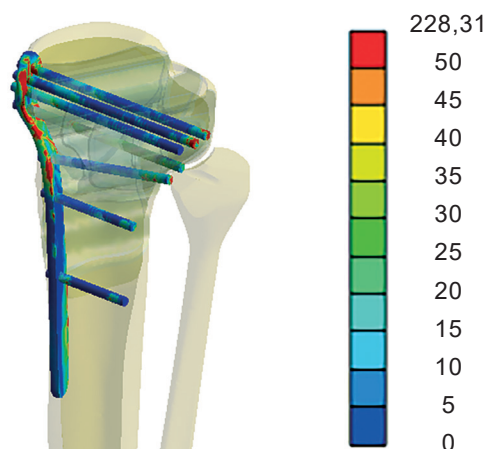


Рис. 7. Розподіл напружень в елементах металевої конструкції моделі гомілки з багатоуламковим переломом проксимального кінця великогомілкової кістки і остеосинтезом пластиною з медіального боку.

При накладанні накісткової пластини з медіального боку під впливом згинаючого навантаження у сагітальній площині максимальні напруження 315,5 МПа виникають саме в пластині. На гвинтах в метафізарній частині кістки набувають значення напруження 193,3 МПа. Напруження на гвинтах в діафізарній частині великогомілкової кістки значно нижчі і не перевищують позначки 26,1 МПа.

Наступним етапом роботи вивчали розподіл напружень в моделі гомілки з багатоуламковим переломом проксимального кінця великогомілкової кістки і остеосинтезом пластиною з латерального боку. Напружено-деформований стан кісткових елементів моделі відображений на рис. 8.

Остеосинтез накістковою пластиною з латерального боку проксимального кінця великогомілкової кістки під впливом згинаючого наванта-

ження у сагітальній площині викликає максимальні напруження величиною 36,7 МПа в кістковій тканині навколо гвинтів в міжвиростковій зоні. Напруження навколо цих гвинтів в міжуламкових проміжках теж набувають досі значної величини 12,3 МПа. В інших контрольних точках на кісткових елементах моделі рівень напружень низький і визначається в межах від 0,5 МПа до 2,0 МПа.

Розподіл напружень в елементах металевої конструкції показано на рис. 9.

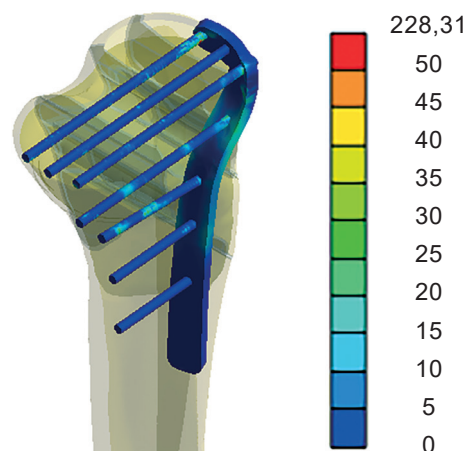


Рис. 9. Розподіл напружень в елементах металевої конструкції моделі гомілки з багатоуламковим переломом проксимального кінця великогомілкової кістки і остеосинтезом пластиною з латерального боку.

Найвищі значення напружень 348,7 МПа визначаються в гвинтах, проведених в міжвиростковій зоні, чим обумовлений і високий рівень напружень в кісткових фрагментах навколо цих гвинтів. На гвинтах, розташованих в діафізі кістки, рівень

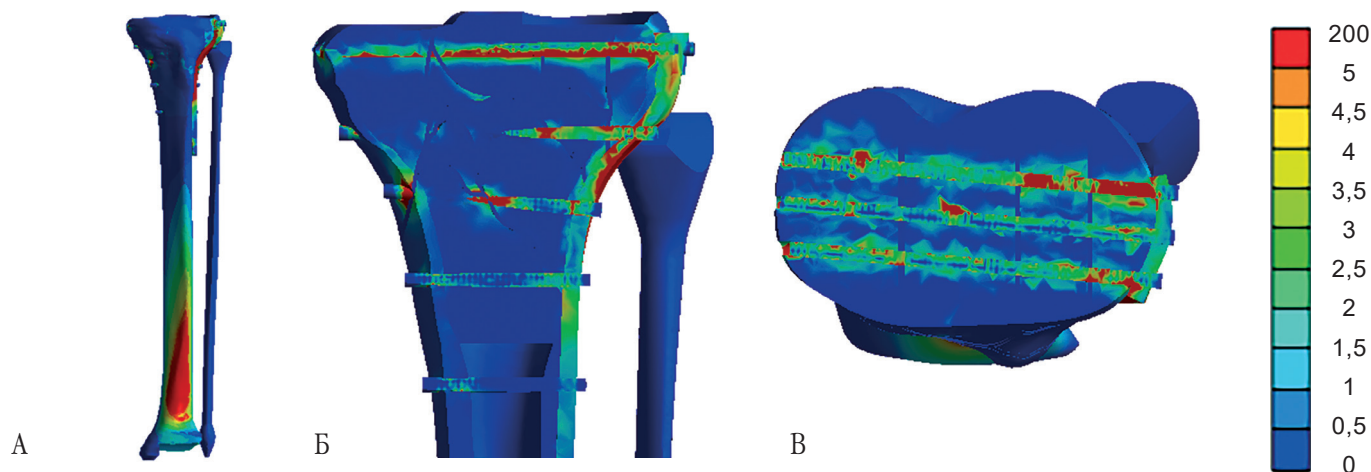


Рис. 8. Розподіл напружень в кістковій тканині моделі гомілки з багатоуламковим переломом проксимального кінця великогомілкової кістки і остеосинтезом пластиною з латерального боку: А – загальний вид; Б – вид спереду (перетин по гвинтам в діафізі); В – вид зверху (перетин по гвинтам в метафізі).

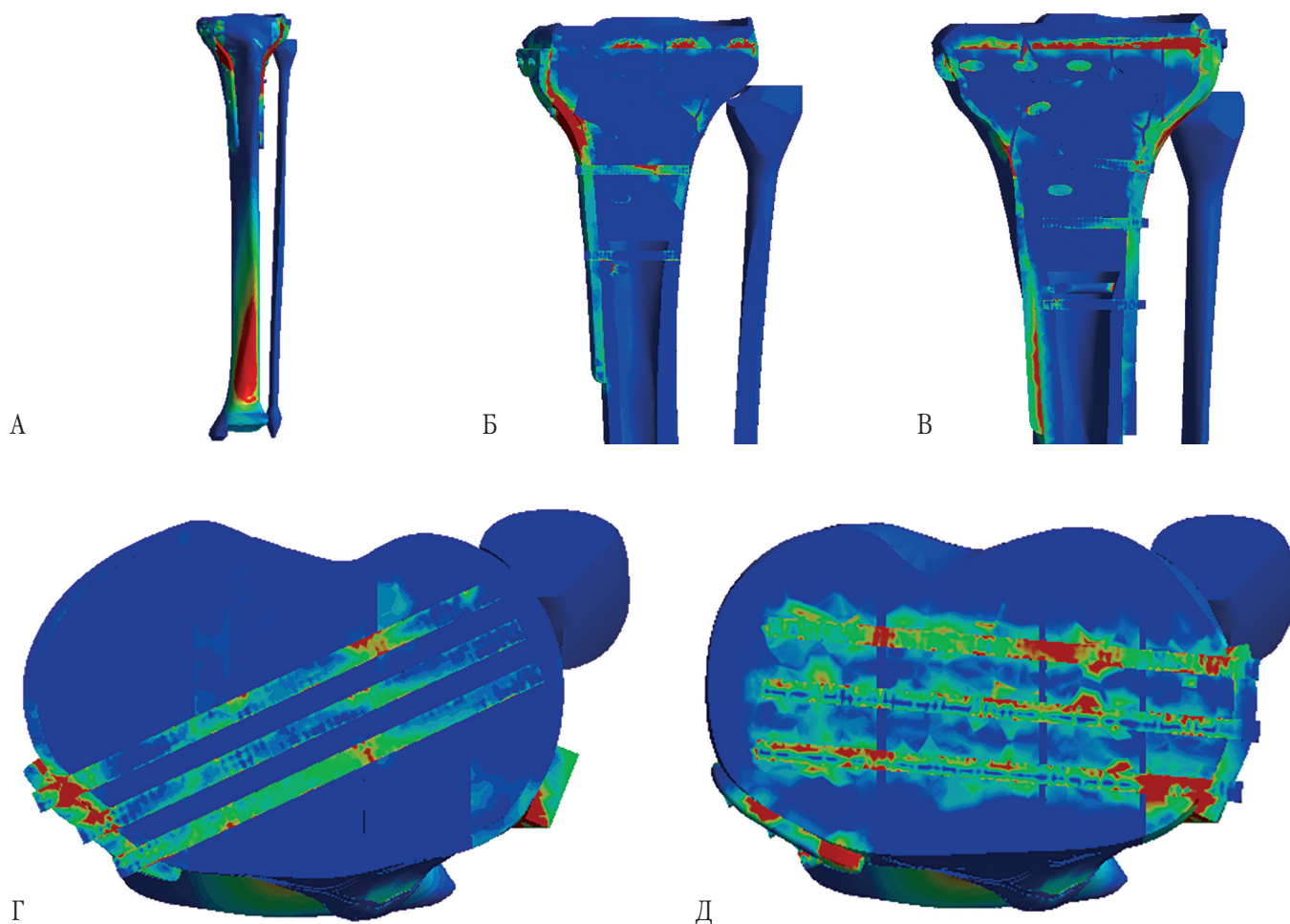


Рис. 10. Розподіл напружень в кістковій тканині моделі гомілки з багатоуламковим переломом проксимального кінця великогомілкової кістки і остеосинтезом двома пластинами: А – загальний вид; Б – вид спереду (перетин по гвинтам в діяфізі з медіального боку); В – вид спереду (перетин по гвинтам в діяфізі з латерального боку); Г – вид зверху (вид спереду по гвинтам в метафізі з медіального боку); Д – вид зверху (вид спереду по гвинтам в метафізі з латерального боку);

напружень визначається найнижчим – 21,6 МПа. Незначно вищий рівень напружень 27,3 МПа спостерігається і в накістковій пластині.

На заключному етапі роботи моделювали варіант остеосинтезу проксимального кінця великогомілкової кістки двома накістковими пластинами, розташованими з обох її боків. Характеристика стану моделі при даному варіанті стабілізації представлена на рис. 10.

Використання двох накісткових пластин веде до більш рівномірного розподілу напружень в кісткових елементах моделі, де їх рівень дуже низький і визначається в межах від 1,0 МПа до 5,0 МПа. Виняток складають фрагменти кістки в міжвиростковій зоні, напруження в яких навколо фіксуючих гвинтів, проведених з латерального боку, сягають позначки 30,8 МПа.

На рис. 11 наведено напружено-деформований стан елементів металевих конструкцій в моделі з остеосинтезом двома пластинами.

В порівнянні з моделями остеосинтезу однією пластиною, використання двох пластин веде до вирівнювання показників напруження між металевими елементами, розташованими з медіального та латерального боків. Так величина напружень на медіальній пластині знижуються до 196,2 МПа, при цьому на пластині з латерального боку визначається їх підвищення до позначки 92,9 МПа. На гвинтах, проведених з медіального боку в діяфізі також спостерігається зниження рівня напружень до 18,9 МПа, але з латерального боку, навпаки, відбувається їх підвищення до 24,0 МПа. Виняткова картина спостерігається в міжвиростковій зоні, де напруження на гвинтах знижується з обох боків і визначається на позначках 67,7 МПа з медіального боку та 235,7 – з латерального.

Рівень максимальних напружень, який був визначений на контрольних точках експериментальних моделей наведені в табл. 3.

Таблиця №3

Показники напружень в ділянках моделі гомілки з багатоуламковим переломом проксимального кінця великогомілкової кістки і різними варіантами його остеосинтезу

Контрольні точки		Напруження, Мпа		
№	Елементи моделі	медіальна пластина	латеральна пластина	2 пластини
1	Кісткові	11,1	0,5	5,0
2		1,6	2,0	2,2
3		3,6	1,3	2,4
4		6,7	1,4	2,2
5		1,5		1,0
6			36,7	30,8
7		2,0		2,7
8			1,7	1,8
9		10,0		2,1
10			12,3	1,0
11	Металеві	193,3		67,7
12			348,7	235,7
13		26,1		18,9
14			21,6	24,0
15		315,5		196,2
16			27,3	92,9

Графічне зображення отриманих результатів демонструється рисунком 12.

Діаграма чітко ілюструє, що під дією згинаючих навантажень у сагітальній площині остеосинтез із застосуванням двох пластин забезпечує найменший рівень напружень у кісткових елементах моделі. Винятком є зона перелому, де в кісткових

фрагментах навколо гвинтів, розміщених із латерального боку, напруження досягають максимальних значень. У моделях з односторонньою фіксацією уламків ключові відмінності також проявляються в рівнях напруги на кісткових фрагментах поблизу фіксуючих гвинтів: при латеральному розміщенні пластини ці показники в кілька разів вищі, що є суттєвим недоліком.

Порівняння рівня напруги на елементах металевих конструкцій в моделях великогомілкової кістки при багатофрагментарних переломах її та застосування відмінних варіантів стабілізації представлено на рисунку 13.

Діаграма наочно свідчить, що використання двох пластин при остеосинтезі дозволяє досягти найнижчого рівня напружень в елементах металевої конструкції порівняно з моделями одностороннього остеосинтезу. Виняток становить пластина з латерального боку, де напруження дещо перевищують показники моделі з однією пластиною, але ця різниця незначна.

Обговорення

Результати проведеного дослідження показали, що в моделі гомілки з багатоуламковим переломом проксимального кінця великогомілкової кістки пластина, яка накладена з латерального боку, має переважне значення для опору згинаючим навантаженням, що діють в сагітальній площині. Саме ця пластина забезпечує мінімальний рівень напруження в кісткових елементах моделі в зоні

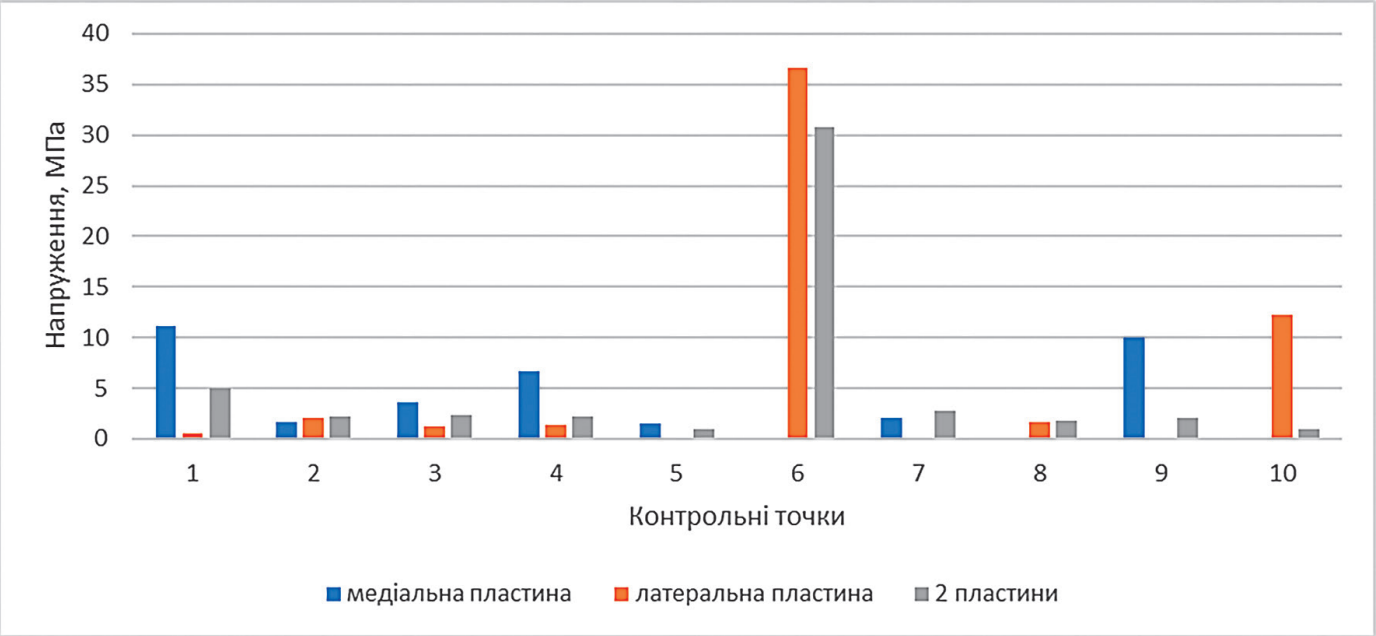


Рис. 12. Діаграма величин стану зосередження сил кісткових елементах моделі гомілки при переломі з множинними уламками в ділянці проксимального епіметафізу os tibia при різних способах стабілізації.

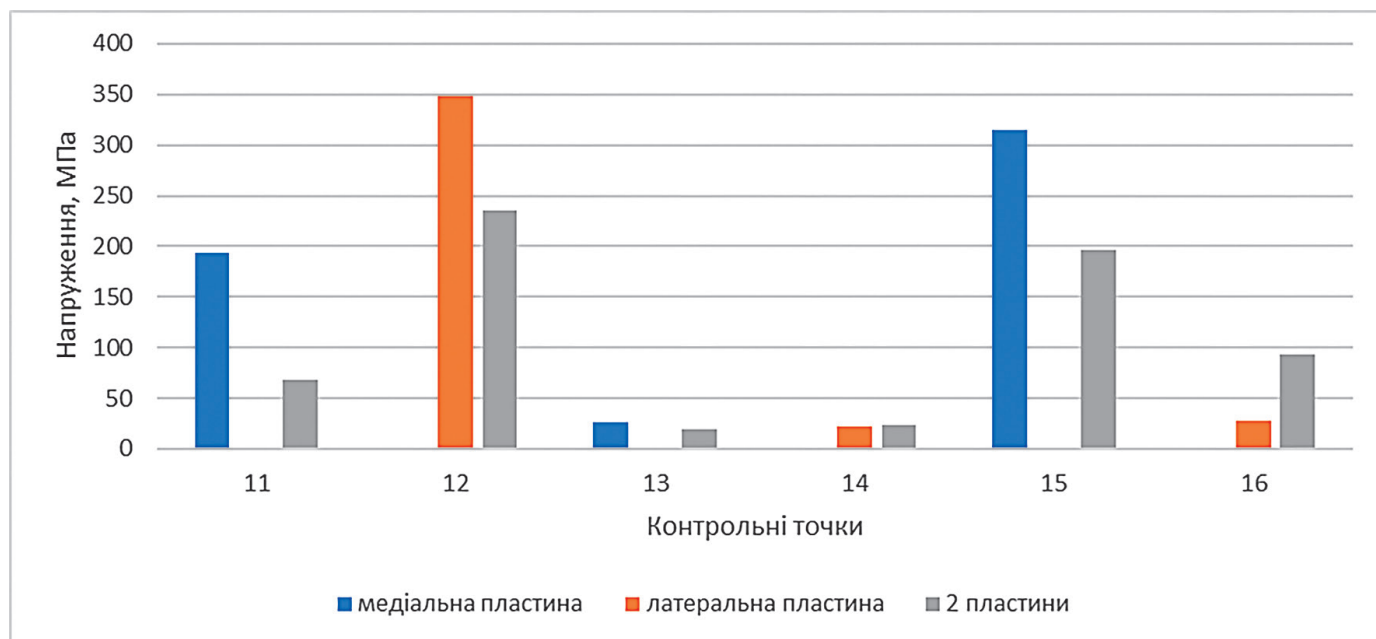


Рис. 13. Діаграма отриманих показників напруження на металевих конструкціях при різних способах остеосинтезу.

перелому. Винятком є кісткові фрагменти навколо фіксуючих гвинтів проведених через цю пластину, де рівень напружень перевищує позначку 35,0 МПа. Пластина накладена з медіального боку забезпечує мінімальний рівень напружень навколо фіксуючих гвинтів проведених через неї. Однак суттєво підвищується рівень напруги на зовнішніх поверхнях кістки в зоні перелому, який в кілька рази вище за аналогічні показники моделі з латеральним розташуванням пластини. Варто відзначити, що при цьому в абсолютних значеннях ці напруження не перевищують межі 11,1 МПа. Варіант фіксації фрагментів кістки двома пластинами з обох боків поєднує переваги кожної з пластин і забезпечує оптимальний варіант розподілу напруги в моделі. Отже, за критерієм розподілу напруги, можна стверджувати, що остеосинтез двома пластинами є оптимальним варіантом фіксації. Варіанти однобічного накладання пластин теж можуть бути варіантом вибору з урахуванням характеру перелому, кількості уламків, їх розміру, технічних складнощів при накладанні пластин та ін.

Висновки

Під дією згинаючого навантаження у сагітальній площині остеосинтез із двома пластинами забезпечує найменші напруження як у кісткових елементах моделі, так і в компонентах металеві конструкції. Винятком є зона навколо гвинтів, розміщених із латерального боку в метафізарній ділянці, де нап-

руження в кісткових фрагментах залишається підвищеним. У моделях з односторонньою фіксацією уламків основна різниця також полягає в напрузі на кісткових фрагментах поблизу гвинтів: при медіальному розташуванні пластини показники в кілька рази нижчі, ніж при латеральному.

Конфлікт інтересів:

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

References

1. Donovan RL, Smith JRA, Yeomans D, Bennett F, Smallbones M, White P, et al. Epidemiology and outcomes of tibial plateau fractures in adults aged 60 and over treated in the United Kingdom. *Injury*. 2022;53(6):2219–25. doi:10.1016/j.injury.2022.03.048.
2. Lim JA, West C, Lim JR, Thahir A, Krkovic M. Conservative management of varus/valgus stable tibial plateau fractures in osteoporotic bone – preliminary results and considerations. *Arch Bone Jt Surg*. 2023;11(4):270–7. doi:10.22038/ABJS.2023.62563.3044.
3. Assink N, El Moumni M, Kraeima J, Bosma E, Nijveldt RJ, van Helden SH, et al. Radiographic predictors of conversion to total knee arthroplasty after tibial plateau fracture surgery. *J Bone Joint Surg Am*. 2023;105(16):1237–45. doi:10.2106/JBJS.22.00500.
4. Cheng YH, Yang CP, Chang SS, Weng CJ, Chiu CH, Chan YS. Arthroscopic-assisted reduction and internal fixation for complex tibial plateau fracture: radiographic and clinical outcomes with long-term follow-up. *J Orthop Surg Res*. 2023;18(1):448. doi:10.1186/s13018-023-03938-8.
5. Wei G, Niu X, Li Y, Chang T, Zhang J, Wang H, et al. Biomechanical analysis of internal fixation system stability for tibial

plateau fractures. *Front Bioeng Biotechnol.* 2023;11:1199944. doi:10.3389/fbioe.2023.1199944.

6. Yan B, Huang X, Xu Y, Zou C. A novel locking buttress plate designed for simultaneous medial and posterolateral tibial plateau fractures: concept and comparative finite element analysis. *Orthop Surg.* 2023;15(4):1104–16. doi:10.1111/os.13660.

7. Карпінський МЮ, Строев МЮ, Березка МІ, Григорук ВВ, Яресько ОВ. Ефективність протидії навантаженням на кручення різних варіантів остеосинтезу відламків кісток гомілки за переломів у верхній третині діафіза (математичне моделювання). *Ортопедія, травматологія та протезування.* 2022;(3–4):45–51.

Karpinsky MYu, Stroiev MYu, Berezka MI, Hryhoruk VV, Yaresko OV. Effectiveness of resistance to torsional loads of various osteosynthesis options for tibial fragments in fractures of the upper third of the diaphysis (mathematical modeling). *Ortop Travmatol Protez.* 2022;(3–4):45–51. [in Ukrainian]

8. Строев МЮ, Березка МІ, Власенко ДВ, Бітчук МД, Карпінський МЮ, Яресько ОВ. Аналіз напружено-деформованого стану моделі великогомілкової кістки при її переломі у верхній третині з різними варіантами остеосинтезу в умовах зростаючого згинального навантаження. *Травма.* 2023;24(3):28–37.

Stroiev MYu, Berezka MI, Vlasenko DV, Bitchuk MD, Karpinsky MYu, Yaresko OV. Analysis of the stress–strain state of the tibial model in case of its fracture in the upper third with various types of osteosynthesis under increasing bending load. *Trauma.* 2023;24(3):28–37. [in Ukrainian]

9. Gere JM, Timoshenko SP. *Mechanics of Materials.* Boston: PWS Publishing Company; 1997. 912 p.

10. Rao SS. *The Finite Element Method in Engineering.* Oxford: Butterworth-Heinemann; 2017. 782 p.

11. Kurowski PM. *Engineering Analysis with COSMOSWorks 2007.* Mission (KS): SDC Publications; 2007. 263 p.

Analysis of the Stress–Strain State of a Model of the Tibia With a Comminuted Fracture of the Proximal Tibia Under Different Variants of Osteosynthesis Under Bending Load in the Sagittal Plane

Burianov O.A.¹, Kvascha V.P.^{1✉}, Hliba H.H.¹, Karpinskyi M.Iu.², Yaresko O.V.²

¹Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine

²SI «Sytenko Institute of Spine and Joint Pathology of NAMS of Ukraine», Kharkiv, Ukraine

Summary. Introduction. Fractures of the tibial plateau are intra-articular injuries. The current debatable issue is the selection of a plate based on its functional capacity, which depends on the nature of the fracture and the position of the implant, and requires further study. **Objective.** The study aims to investigate the stress values in a model of comminuted fractures of the proximal tibia under different types of stabilization when exposed to bending load in the sagittal plane. **Materials and Methods.** A finite element model of the proximal epimetaphysis of the tibia with a comminuted fracture was created. Three variants of osteosynthesis were studied: (1) a plate on the medial side, (2) a plate on the lateral side, and (3) two plates on both sides. A bending force was applied to the tibial plateau, acting from posterior to anterior. **Results.** A plate applied on the lateral side provides the lowest stress levels in the bone elements of the model within the fracture zone. The exception is the bone fragments around the fixing screws passing through this plate, where the stress level exceeds 35.0 MPa. A plate applied on the medial side provides minimal stress around its fixing screws, but the stresses on the outer bone surfaces in the fracture zone increase and are several times higher than in the model with the lateral position of the plate; however, in absolute values, these stresses do not exceed 11.1 MPa. The variant of fixation with two plates provides the most optimal distribution of stresses in the model. Unilateral plate application may also be considered, taking into account the nature of the fracture, the number and size of fragments, technical difficulties of plate placement, etc. **Conclusions.** Under bending load in the sagittal plane, osteosynthesis with two plates provides the lowest stresses. The exception is the area around the screws, where stresses in the bone fragments remain increased. In models with unilateral fixation of fragments, the main difference lies in stress levels near the screws: with the medial position of the plate, these values are several times lower than with the lateral position.

Keywords: tibia; comminuted fracture; osteosynthesis; mathematical modeling.

Аналіз структури вогнепальних ушкоджень нервів верхньої кінцівки в умовах сучасних бойових дій

Страфун С.С.¹, Курінний І.М.¹, Богдан С.В.¹✉, Лисак А.С.¹

Резюме. Вступ. Частота вогнепальних ушкоджень кінцівок в умовах сучасних бойових дій наближається до 60% від загальної кількості поранень. При цьому кожне третє ушкодження супроводжується переломами кісток, а у 40% хворих діагностуються травми периферичних нервів різного ступеня вираженості. **Мета дослідження** – визначити структуру вогнепальних ушкоджень нервів в умовах сучасних військових дій з урахуванням особливостей надання медичної допомоги на етапах медичної евакуації. **Матеріали і методи.** Проаналізовано особливості поранень 163 пацієнтів з різноманітними вогнепальними ушкодженнями периферичних нервів верхньої кінцівки. Всі хворі були чоловіками, середній вік становив $34 \pm 8,6$ років. Обстеження включало виконання рентгенографії, електронейроміографії та ультрасонографічне обстеження як самого нерва, так і м'язів плеча та передпліччя. **Результати.** Майже 95% пацієнтів мали поранення периферичних нервів верхньої кінцівки уламками снарядів внаслідок застосування ракетно-артилерійської та іншої зброї дистанційного керування. Переважна кількість вогнепальних ушкоджень локалізувалась в середній і дистальній третині плеча (42,3%), в області передпліччя (25,4%) та ділянці ліктьового суглоба (14,9%). Серед уражень периферичних нервів верхньої кінцівки найбільш часто (36,2%) спостерігали ушкодження променевого нерва. У 45,1% поранених мали місце наслідки відкритих переломів плечової кістки, відповідно ушкодження ліктьової та променевої кісток спостерігали в 19,8% та 17%. **Висновки:** Ушкодження нервів 3-4 ступеня (за Sunderland) мали місце в 55,1%, повне анатомічне ушкодження нерва спостерігали в 42,2% випадків. У 53 випадках (56,7%) дефекти нервів складали 3-6 см, які є прогностично сприятливими для хірургічного відновлення. В 9,6% випадків дефекти нерва перевищували 12 см. При наданні медичної допомоги на попередніх етапах евакуації травмовані нерви практично не були відновлені, а діагностика таких ушкоджень була недостатньою.

Ключові слова: периферичний нерв, вогнепальне ушкодження, електронейроміографія, сонографія, верхня кінцівка, ушкодження нервів.

Вступ

Згідно даних Національного Військового Медичного Клінічного Центру «Головний Військовий Клінічний Госпіталь» за період з лютого по липень 2022 року переважала бойова травма кінцівок, що складала 76% в загальній структурі поранень. Вогнепальні поранення верхньої кінцівки складали 45%. Серед бойової травми кінцівок у 36% випадків діагностували вогнепальні переломи кісток, з яких у 76% визначали наявність первинного кісткового дефекту. 85% поранень кінцівок були поліструк-

турними з ушкодженням 4-х та більше анатомо-функціональних утворень [1]. Ураження периферичних нервів кінцівок за даними різних авторів варіює в межах 12-30% випадків. Подібні травми часто призводить до втрати функції, тривалого періоду реабілітації, хронічного болю та інвалідності поранених [2-4]. Ступінь ушкодження периферичного нерва залежить від багатьох факторів, зокрема балістичних властивостей снаряду, що викликав поранення, локалізації ушкодження, тощо.

Вогнепальні поранення зазвичай характеризуються масивними дефектами м'яких тканин обумовлених трансляцією великої кількості кінетичної енергії через органи та тканини, що додатково ускладнено тепловими опіками [5]. Вогнепальні переломи кісток часто асоційовані з різними

✉ Богдан С.В., www.sergey-mena@ukr.net

¹ДУ «Інститут травматології та ортопедії НАМН України», Київ, Україна

типами м'якотканинних уражень. За даними різних авторів ураження периферичних нервів хоч і є частими при бойовій травмі, проте в деяких випадках можливе повне спонтанне відновлення [6].

Найбільш сприятливий сценарій лікування ушкодження периферичного нерва полягає у вчасній декомпресії або відновленні його цілісності, що є запорукою повного або часткового відновлення чутливої, вегетативної або моторної функції. Не менш важливими аспектами, що обумовлюють результат лікування травм нервів, є якісне відновлення (шов або пластика) нерва, збереження життєздатні тканини в зоні травми та навколо нерва та врахування здатності м'язів до реінервації [7-10]. На жаль, на етапах надання медичної допомоги при вогнепальних пораненнях нервів дотриматись цих умов вдається не завжди, оскільки на початкових етапах лікування основна увага зосереджується на стабілізації скелету та закритті ранових дефектів, при цьому питання відновлення периферичних нервів піднімаються запізно, коли процеси реінервації є неефективними та малоперспективними [11-13].

Розуміючи специфіку подібних уражень, за умови наявності анатомічного ушкодження нерва рекомендоване раннє хірургічне втручання [14]. При наявності вогнепальних дефектів нервів аутонейропластика має бути виконана в перші шість місяців після поранення [15]. Ушкодження магистральних судин та переломи кісток є факторами ризику щодо вогнепальних уражень нервів [16].

Аналізуючи 40-річний досвід (2106 пацієнтів) у лікуванні вогнепальних уражень нервів H.I. Secer та співавтори визначили, що характер і рівень ушкодження та реконструкції, супутні пошкодження тканин кінцівки, час до моменту операції, інтраопераційна картина, особливості відновлення нерву та післяопераційна реабілітації – є головними прогностичними факторами щодо відновлення функції кінцівки [17]. До 26% пацієнтів з ураженнями периферичних нервів стають особами з інвалідністю через персистуючий біль та втрату функції [18].

На практиці з пораненими військовослужбовцями часто спостерігається ситуація, коли діагноз ушкодження периферичного нерву не встановлюється до надання спеціалізованої допомоги. Знання структури вогнепальних ушкоджень периферичних нервів дасть можливість лікарям початкових ланок медичної допомоги враховувати даний вид ушкоджень та надавати адекватну допомогу.

Мета дослідження – визначити структуру вогнепальних ушкоджень нервів в умовах сучасних військових дій з урахуванням особливостей надання медичної допомоги на етапах медичної евакуації.

Матеріали і методи

Проаналізовано особливості поранень 163 пацієнта з вогнепальними ушкодженнями периферичних нервів верхньої кінцівки, які спостерігались та проходили лікування в Державній установи «Національний інститут травматології та ортопедії НАМН України» за період з 2014 по 2024 роки. Всі хворі були чоловіками, середній вік $34 \pm 8,6$ років.

Всім пацієнтам проведено клінічне та рентгенологічне обстеження. Рентгенографію ушкодженого сегменту виконували в двох проекціях. Всім хворим виконували УЗД, яке є «золотим стандартом» діагностики вогнепальних ушкоджень нервів і дає можливість виявити ступінь зміни структури нерва в ділянці ушкодження або визначити розмір дефекту травмованого нерву. В 70% випадків виконували електроміографічне обстеження для уточнення рівня ушкодження і ступеня порушення провідності периферичного нерву та ступеня денерваційних змін у м'язах. Відправним критерієм, що дозволяє визначити ступінь ураження нерва є класифікації за Седдон та Сандерленд [19, 20] (табл.1).

Критерії включення: вогнепальна травма верхньої кінцівки з ушкодженням периферичних нервів, вік пацієнтів 25–62 роки. Критерії виключення: невогнепальні ушкодження периферичних нервів верхньої кінцівки, політравма, психічні розлади, ушкодження плечового сплетіння або центральної нервової системи.

Статистична обробка даних проводилася за допомогою пакета STATISTICA 12,0 by StatSoft, Inc. of USA (ліцензія № ALXR712D833252FAN3). Застосовували методи описової статистики, дані наводили у вигляді середнього вибіркового і його стандартного відхилення ($M \pm SD$) у випадку нормального розподілу й у вигляді медіани і квантилів (Me [25Q-75Q]) у випадку розподілу відмінного від нормального.

Результати

Переважаюча кількість хворих, – більше 95% мали поранення спричиненою дією осколками і частками снарядів внаслідок застосування ракетно-артилерійської та іншої зброї дистанційного застосування, що пов'язано з характером бойових дій.

В табл. 2 представлено розподіл пацієнтів за рівнем травми, що безпосередньо впливає на характер супутніх уражень та надання допомоги.

Таблиця №1

Класифікація ушкоджень нервів за Sunderland (1951)

Ступінь	Назва ушкодження	Патофізіологічна характеристика	Імовірність спонтанного відновлення
1	Нейропраксія	Сегментарне пошкодження мієліну; залишаються інтактними епіневрій, периневрій, ендоневрій і цілісність аксонів; є часткові сенсомоторні порушення	Повне спонтанне одужання протягом тижнів чи місяців
2	Аксонотмезис	Пошкодження аксона, мієліну, епіневрію. Периневрій, ендоневрій збережені. Є порушення вегетативних і сенсомоторних функцій	Повне або погане спонтанне відновлення (1 мм/день) залежно від цілісності сполучної тканини та відстані до м'яза
3	Аксонотмезис	Втрата аксонів, демієлінізація, ушкоджений ендоневрій але епіневрій і периневрій не пошкоджені	Погане ендогенне відновлення, неправильний напрям аксонів, іноді потрібна операція
4	Аксонотмезис	Пошкодження аксонів і мієліну, пошкоджені периневрій та ендоневрій але епіневрій збережений	Погане ендогенне відновлення або його відсутність, необхідне хірургічне втручання
5	Нейротмезис	Пошкодження аксонів і мієліну, епіневрію, периневрію та ендоневрію	Погане ендогенне відновлення або його відсутність, необхідне хірургічне втручання
6	Змішана травма	Різні комбінації ушкоджень нервів (I–V ступеня)	Різне спонтанне відновлення залежно від тяжкості ушкодження нерва

Таблиця №2

Рівень вогнепального ушкодження периферичного нерву

Рівень травми	Кількість, абс.	(%)
Проксимальна третина плеча	8	4,9%
Середня третина плеча	36	22,1%
Дистальна третина плеча	33	20,2%
Ділянка ліктьового суглоба	24	14,9%
Проксимальна третина передпліччя	17	10,4%
Середня третина передпліччя	15	9,2%
Дистальна третина передпліччя	11	6,7%
Ділянка променево-зап'ясного суглоба	8	4,9%
П'ясна ділянка та пальці	11	6,7%
Всього	163	100%

Переважає кількість вогнепальних ушкоджень локалізувалась в середній і дистальній третині плеча (42,3%) та ділянці ліктьового суглоба (14,9%). Найменша кількість вогнепальних уражень периферичних нервів була на рівні проксимальній третини плеча та кисті.

В табл. 3 наведено розподіл уражень нервів верхньої кінцівки. У зв'язку з тим, що у значній частині випадків спостерігали ушкодження кількох нервів, загальна кількість пошкоджень нервів становила 221.

Таблиця №3

Розподіл уражень нервів верхньої кінцівки

Назва нерву	Кількість, абс.	(%)
Серединний	45	20,4%
Ліктьовий	60	27,1%
Променевий	80	36,2%
Пальцеві	36	16,3%
Всього	221	100%

У більшості випадків вогнепальних уражень (36,2%) був пошкоджений променевий нерв, що пов'язано з його анатомією, оскільки на рівні дистальної третини плеча та на рівні ліктьового суглоба нерв розташований на зовні від плечової кістки і часто травмується, як елементами вогнепальної зброї, так і кістковими уламками плечової кістки. Наступними за частотою ураження були ліктьовий та серединний нерви. У 45 хворих (20,4%) мали місце ушкодження кількох нервів, що суттєво ускладнювало як діагностику, так і лікування даної групи хворих.

Нами проаналізовано розподіл уражень нервів за видом ушкодження (табл.4). Повне анатомічне ураження нервів (5-й тип пошкодження за Sunderland) спостерігали в 42,2% випадків, порушення функції нервів при збереженості неперервності нервового стовбура (2-4-й тип пошкодження за Sunderland) було відмічено у 55,1% випадків. При п'ятому типі ушкодження нерва (Sunderland) показано хірургічне відновлення, але ушкодження 3 та 4 типу є найбільш складними з точки зору тактики подальшого лікування.

Таблиця №4

Розподіл травмованих нервів за видом ушкодження

Вид ушкодження	Кількість	%
Повне анатомічне ушкодження (дефект нерва)	93	42,2%
Часткове ушкодження	6	2,7%
Компресійна нейропатія	82	37,2%
Внутрішньо-стовбурне ушкодження	40	17,9%
Всього	221	100%

Визначення характеру ураження є важливою задачею на етапі обстеження пацієнта, так як від

виду ушкодження нерва залежить тактика його подальшого лікування. Крім клінічних ознак, що дозволяють визначити травмовані нерви і попередньо оцінити рівень та тяжкість ураження, важливими допоміжними методами діагностики є голкова електронейроміографія (ЕНМГ) та сонографічне (ультразвукове) дослідження (УЗД). Голкова ЕНМГ дозволяє визначити швидкість проведення імпульсу по нерву або констатувати відсутність проведення. Визначення відповіді м'язу при голковій ЕНМГ допомагає зрозуміти ступінь денерваційних змін у м'язі. Сонографічне дослідження дозволяє візуалізувати нерв, виявити порушення його структури, а при повному анатомічному ушкодженні – визначити розмір дефекту. На рис. 1. представлено сонографічне дослідження променевого нерва. На рис. 2 продемонстровано сонографічну картину при повному анатомічному ураженні ліктьового нерва.



Рис. 1. Сонографічне дослідження: компресійна нейропатія променевого нерва в нижній третині плеча; стрілками помічені ділянки компресії нерва.

При визначенні можливостей та способів відновлення ушкодженого нерву, суттєве значення мав розмір дефекту. Нижче (табл.5) наведено розподіл хворих в залежності від розміру дефекту нервів. Загалом середній розмір дефекту нервів складав 5,1 см. Найчастіше спостерігали повне анатомічне ураження та дефект променевого нерва – 31 випадок (33,2%). У 53 (56,7%) випадках дефекти нервів склали 3-6 см, які є прогностично сприятливими для хірургічного відновлення. В 9,6% випадків дефекти нервів перевищували 12 см. Ці хворі, як правило, потребують ортопедичного лікування (транспозиції сухожилків, артродезування певних суглобів, тощо), оскільки прогноз для відновлення таких нервів несприятливий.

У 123 випадках (75,7%) спостерігати скелетні травми. У зв'язку з тим, що частина поранених мали кілька переломів, загальна кількість травмованих кісток становила 182. В табл. 6 представлено розподіл наслідків вогнепальних переломів кісток верхньої кінцівки. В 45,1% випадків мали місця наслідки переломів плечової кістки, а наслідки травм кісток передпліччя спостерігали у 36,8% поранених. Даний факт ускладнював лікування, а враховуючи їх дефекти та дефекти м'яких тканин суттєво збільшував кількість етапів лікування та його тривалість.

Серед представлених поранених 23,7% пацієнтів мали дефекти шкіри та м'яких тканин різної

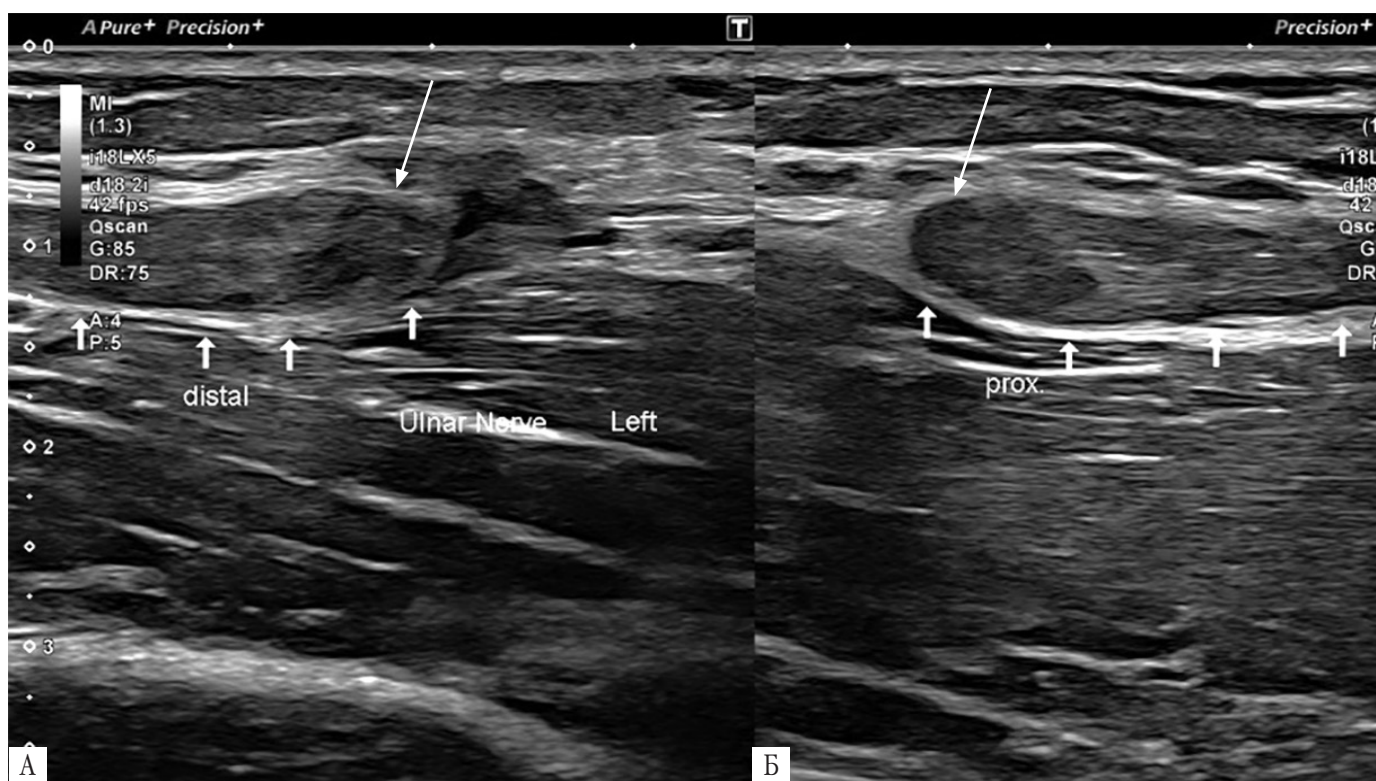


Рис. 2. Сонографічне дослідження: дефект ліктьового нерва – А-дистальний кінець; Б-проксимальний кінець

Таблиця №5

Розподіл ушкоджень нервів в залежності від розміру дефекту

Розмір дефекту нерву (см) серединний		Назва нерву				Всього	
		ліктьовий	променевий	пальцеві	Кількість	%	
1-3		1	3	-	3	7	8,0%
3-6		9	11	18	15	53	56,7%
6-12		7	7	10	-	24	25,7%
більше 12		2	4	3	-	9	9,6%
Всього	Кількість	19	25	31	18	93	
	%	20,8%	26,7%	33,2%	19,3%		100%

локалізації, які потребували хірургічного лікування. Як правило це були поширені втягнуті рубці, що заважали виконанню реконструктивних втручань або рубцева трансформація шкіри внаслідок виконання дермопластики на попередніх етапах хірургічного лікування, яка виконувалась з метою закриття дефектів тканин та грануюючих ран.

Таблиця №6

Розподіл пацієнтів за ушкодженням кісток при вогнепальних ураженнях нервів

Назва травмованої кістки	Кількість, абс	%
Плечова	82	45,1%
Ліктьова	36	19,8%
Променева	31	17,0%
Кістки зап'ястку	8	4,4%
П'ясні кістки	14	7,7%
Фаланги пальців	11	6,0%
Всього	182	100,0%

Рубцеві зміни м'язів спостерігали в 11 – 15 % випадків внаслідок первинного ушкодження м'язів. Такі стани часто поєднувались з вторинними ішемічним фіброзом м'язів і відповідно, денерваційними порушеннями м'язів. Такі міксовані ураження м'язів складні для діагностики, що зі свого боку ускладнює визначення їх відсоткових еквівалентів.

Ушкодження магістральних судин (плечової, променевої або ліктьової артерії) при ретроспективній оцінці було встановлено у 9,6% поранених. Плечову артерію як правило відновлювали на етапі надання первинної допомоги, а наявність облітерації променевої або ліктьової артерії не впливало на стан травмованої кінцівки за рахунок компенсаторного посилення та утворення колатеральних судин. Але факт облітерації артерії передпліччя враховували при плануванні певних етапів хірургічних реконструкцій.

Попередній аналіз особливостей надання допомоги пораненим на етапах надання первинної та кваліфікованої допомоги (1-3 етапи) показав, що в переважній більшості випадків первинна допомога була надана у протягом першої доби після

поранення. Допомога на полі бою включала зупинку кровотечі, накладання асептичної пов'язки, іммобілізацію наявними засобами. При наданні первинної допомоги виконувалась ПХО рани, накладання АЗФ. У випадку ушкодження плечової артерії на первинному етапі виконувалась пластика ушкодженої артерії, ушкоджені артерії передпліччя перев'язували. При подальшому лікуванні на 2 та 3 етапах медичної евакуації основні зусилля були направлені на санацію та закриття: VAC терапія, некректомії, вторинні шви або дермопластика. Що стосується ушкоджень нервів, спеціалізоване лікування не проводилось. Часто ушкодження нервів кваліфікувалось як ушкодження, рідше – як компресія або нейропатія. У зв'язку зі специфікою вогнепальних поранень, яка пов'язана з можливістю контузії кількох нервів і першими клінічними проявами ураженням «всіх» нервів, спостерігалась гіпердіагностика ушкоджень нервів. На наступних етапах лікування уточнення ступеня ушкодження нервів не спостерігали, в поодиноких випадках (5-7%) було виконано електроміографічне обстеження.

Обговорення

Особливість ведення сучасної війни з великою кількістю некульових боєприпасів веде до частого ураження верхніх кінцівок [1–3]. Майже у 80% випадків бойової травми лікарі мають справу з поліструктурними ураженнями верхньої кінцівки, коли з ушкодженням периферичних нервів уражається кістковий скелет, м'язи, судини, тощо. Даний факт зумовлює негативні результати лікування навіть за наявності адекватного медичного забезпечення на різних етапах лікування поранених [13,19-21]. Окрім того, велика кількість гнійно-некротичних та рубцевих ускладнень ведуть до незадовільних результатів лікування даної групи хворих.

За даними англомовної літератури можна зробити висновки, що навіть без порушення анатомічної цілісності нервів при мінно-вибухових пораненнях у ділянці ураження відбуваються

патологічні зміни, що потенційно можуть спричинити пряму м'язову травму або ішемію в м'язах, іннервованих ушкодженим нервом [6–9]. Саме тому класифікації за Седдон та Сандерленд і сьогодні широко використовуються. Класифікація за Сандерленд дає можливість визначення характеру та тяжкості ушкодження нервів і, що найважливіше, прогнозування майбутнього одужання [20]. Для прогнозування відновлення втрачених нервів кінцівок вирішальне значення має голкова електронейроміографія, яка дозволяє об'єктивізувати рівень, визначити тип травми та характер патологічного процесу, вибрати варіант хірургічного лікування, визначити особливості реабілітаційної терапії, а також контролювати динаміку відновлення.

В роботі Alvites R. та співавт. вказуються основні умови реінервації м'язів. По-перше, нейрони повинні «вижити» після травми та запустити ефективну метаболічну відповідь, щоб активізувати регенерацію. Таким чином, будь-які прояви ішемії як нерва, так і м'яза можуть суттєво погіршити прогноз лікування, і відповідно вчасно не виконана фасціотомія призводить до втрати м'язів та унеможливує в подальшому функціональне відновлення кінцівки. По-друге, мають бути оптимальні умови мікрооточення для регенерації в дистальній культі нерва, що забезпечують достатню підтримку для аксонів, що регенерують. Ступінь відновлення нерву залежить від тяжкості ушкодження (наявність супутніх ушкоджень), локалізації травми, величини дефекту нерва, своєчасного початку хірургічного лікування та наявності супутніх захворювань [8]. Автори зазначають, що коли відбувається денервація м'яза, його реінервація може розвиватися за двома механізмами: колатеральним розгалуженням інтактних аксонів або регенерацією пошкоджених [8,13]. При пошкодженні 20–30 % аксонів колатеральне розгалуження є найпоширенішим механізмом відновлення. Аксонів, які відростають, завжди більше, ніж тих, що зрештою встановлюють зв'язки та реіннервують органи-мішені. Аксони, що не отримують нейротрофічні фактори від органа-мішені, неминуче дегенерують. При пошкодженнях понад 90 % аксонів усередині нерва, їх регенерація – основний механізм відновлення [8,13,21].

Цікавою на наш погляд є робота Yousefi F. та співавт., в якій доведено, що денервація дистальної кукси є головною детермінантою успішної чи недостатньої регенерації, денервованій м'яз також може негативно впливати на функціональний результат [22]. Внаслідок денервації виникає атрофія м'язів з наступним фіброзом, а їх ступінь залежить від терміну відновлення нервово-м'язових зв'язків

[12]. Таким чином, активна хірургічна тактика є пріоритетною при вогнепальних ураженнях верхньої кінцівки.

В роботі Солоновича О.С. та співавт. вказується на необхідність дотримання термінів проведення ЕНМГ дослідження при вогнепальних ушкодженнях кінцівок. Автори зазначають, що перше ЕНМГ дослідження має бути виконане не пізніше 6 тижнів після отримання поранення. Подальші дослідження можна проводитись через 3-4 міс для моніторингу відновлення функції нерва або її відсутності. Слід пам'ятати, що в разі відсутності реіннервації м'язів в терміни від 12 до 18 міс зміни м'язів незворотні, тому необхідно уникати надмірної затримки з проведенням операції [23].

Висновки:

В структурі уражень периферичних нервів в залежності від характеру снаряду, що спричинив поранення, переважали осколкові поранення внаслідок мінно-вибухової травми, що складало 95% поранених.

Найбільшу частку вогнепальних поранень периферичних нервів верхньої кінцівки (36,2%) складала ураження променевого нерва, що пов'язано з особливостями його анатомічного розташування на рівні дистальної третини плеча.

Переважає кількість вогнепальних ушкоджень локалізувалась на рівні середньої та дистальної третини плеча (42,3%) та на передпліччі (26,4%), наслідки травм в ділянці ліктьового суглоба спостерігали в 14,9%.

Збереження неперервності нервового стовбура після вогнепальної травми відмічені у 55,1% випадків, наслідки повного анатомічного ушкодження зафіксовані в 42,2% випадків і в 2,7% нерв був пошкоджений частково.

Сонографічне та електроміографічне дослідження дозволяють об'єктивно оцінити ступінь та характер ушкодження периферичних нервів, що зі свого боку, сприяє обґрунтуванню тактики подальшого лікування.

У 45,1% хворих зафіксовані наслідки переломів плечової кістки, а у 19,8 та 17% поранених спостерігали наслідки переломів ліктьової та променевої кісток, відповідно. Даний факт суттєво ускладнював лікування, а враховуючи дефекти кісток та м'яких тканин, суттєво збільшував кількість етапів лікування та його тривалість.

При наданні медичної допомоги на попередніх етапах евакуації травмовані нерви практично не були відновлені, а діагностика таких ушкоджень була недостатньою, що в певній мірі впливало на

терміни поступлення пацієнтів у спеціалізований заклад.

Конфлікт інтересів: автори декларують відсутність конфлікту інтересів.

References

1. Бур'янов ОА, Ярмолук ЮО, Деркач СО, Клапчук ЮВ, Лось ДВ. Оптимізація системи лікування постраждалих із вогнепальними переломами довгих кісток. *Травма*. 2023;24(3):38–44. doi:10.22141/1608-1706.3.24.2023.953.
2. Burianov O, Yarmoliuk Y, Derkach S, Klapchuk Y, Los D. Optimization of the treatment system for victims with long-bone gunshot fractures. *Trauma*. 2023;24(3):38–44. doi:10.22141/1608-1706.3.24.2023.953.
3. Pannell WC, et al. Predictors of nerve injury after gunshot wounds to the upper extremity. *J Hand Surg Am*. 2017;42(1):501–506. doi:10.1177/1558944716675294.
4. Wolf GJ, Chen K, Strelzow JA, Stepan JG. Upper extremity ballistic nerve injury: a scoping review and algorithm for management. *JBJS Rev*. 2024;12(8):e24.00069. doi:10.2106/JBJS.RVW.24.00069.
5. Sari A, Ozcelik IB, Bayirli D, Ayiket O, Mert M, Ercin BS, et al. Management of upper extremity war injuries in the sub-acute period: a review of 62 cases. *Injury*. 2020;51(11):2601–11. doi:10.1016/j.injury.2020.08.028.
6. Akhavan-Sigari R, Mielke D, Farhadi A, Rohde V. Study of radial nerve injury caused by gunshot wounds and explosive injuries among Iraqi soldiers. *Open Access Maced J Med Sci*. 2018;6(9):1622–6. doi:10.3889/oamjms.2018.346.
7. Omid R, Stone MA, Zalavras CG, Marecek GS. Gunshot wounds to the upper extremity. *J Am Acad Orthop Surg*. 2019;27(7):e301–10. doi:10.5435/JAAOS-D-17-00676.
8. Лобойко ОІ. Особливості травматичних ушкоджень периферичних нервів у військовослужбовців, які отримали вогнепальні поранення кінцівок. Збірник наукових праць науково-практичної конференції «Неврологічні аспекти наслідків ушкодження опорно-рухової системи при бойовій травмі»; 2024 вер 19; Харків, Україна. Харків; 2024. с.14–17.
9. Loboiko OI. Features of traumatic peripheral nerve injuries in servicemen with gunshot limb wounds. Proceedings of the scientific-practical conference «Neurological aspects of musculoskeletal system injury consequences in combat trauma»; 2024 Sep 19; Kharkiv, Ukraine. Kharkiv; 2024. p.14–17. [in Ukrainian]
10. Alvites R, Caseiro AR, Pedrosa SS, Branquinho MV, Ronchi G, Geuna S, Varejão A, Maurício AC. Peripheral nerve injury and axonotmesis: state of the art and recent advances. *Cogent Med*. 2018;5(1):1466404. doi:10.1080/2331205X.2018.1466404.
11. Shields LBE, Iyer VG, Zhang YP, Shields CB. Gunshot-related nerve injuries of the upper extremities: clinical, electromyographic, and ultrasound features in 22 patients. *Front Neurol*. 2024;11(14):1333763. doi:10.3389/fneur.2023.1333763.
12. Baker HP, Straszewski AJ, Dahm JS, et al. Gunshot-related lower extremity nerve injuries. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2023;33:851–6. doi:10.1007/s00590-022-03220-3.
13. Страфун СС, Курінний ІМ, Борзих НО, Цимбалюк ЯВ, Шипунов ВГ. Тактика хірургічного лікування поранених із вогнепальними травмами верхньої кінцівки в сучасних умовах. Вісник

ортопедії, травматології та протезування. 2021;(2):10–17. doi:10.37647/0132-2486-2021-109-2-10-17.

Strafun SS, Kurinnyi IM, Borzykh NO, Tsymbaliuk YaV, Shypunov VG.

Tactics of surgical treatment of patients with gunshot injuries of the upper limb in modern conditions. *Visnyk Ortop Travmatol Protezuv*. 2021;(2):10–17. doi:10.37647/0132-2486-2021-109-2-10-17. [in Ukrainian]

12. Цимбалюк ВІ, Страфун СС, Курінний ІМ, Цимбалюк ЯВ, Шипунов ВГ. Лікування вогнепальних уражень периферичних нервів кінцівок. *Складні питання хірургічного лікування вогнепальних ушкоджень кінцівок*. Київ, Івано-Франківськ; 2025. с.267–286.

Tsymbaliuk VI, Strafun SS, Kurinnyi IM, Tsymbaliuk YaV, Shypunov VG. Management of gunshot injuries to peripheral nerves of the limbs. *Complex issues of surgical management of gunshot injuries of the limbs*. Kyiv, Ivano-Frankivsk; 2025. p.267–286. [in Ukrainian]

13. Stepan JG. Ballistic nerve injuries: state of the evidence and approach to the patient based on experience. *J Hand Surg Glob Online*. 2024;6(5):743–8. doi:10.1016/j.jhsg.2024.01.021.

14. Iordache SD, Gorski A, Nahas M, Feintuch L, Rahamimov N, Rutenberg TF. Treatment of peripheral nerve injuries in Syria's war victims: experience from a northern Israeli hospital. *Isr Med Assoc J*. 2021;23(5):279–85. PMID:34024043.

15. Topuz AK, Eroğlu A, Atabey C, Cetinkal A. Surgical treatment outcomes in peripheral nerve lesions due to gunshot injuries: assessment of 28 cases. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg*. 2013;19(3):235–40. doi:10.5505/tjtes.2013.02073.

16. Straszewski AJ, Schultz K, Dickherber JL, Dahm JS, Wolf JM, Strelzow JA. Gunshot-related upper extremity nerve injuries at a level 1 trauma center. *J Hand Surg Am*. 2022;47(1):88. e1–6. doi:10.1016/j.jhssa.2021.03.020.

17. Secer HI, Daneyemez M, Tehli O, Gonul E, Izci Y. The clinical, electrophysiologic, and surgical characteristics of peripheral nerve injuries caused by gunshot wounds in adults: a 40-year experience. *Surg Neurol*. 2008;69(2):143–52. doi:10.1016/j.surneu.2007.01.032.

18. Rivera JC, Glebus GP, Cho MS. Disability following combat-sustained nerve injury of the upper limb. *Bone Joint J*. 2014;96-B(2):254–8. doi:10.1302/0301-620X.96B2.31798.

19. Seddon HJ. Three types of nerve injury. *Brain*. 1943;66(4):237–88. doi:10.1093/brain/66.4.237.

20. Sunderland SA. Classification of peripheral nerve injuries producing loss of function. *Brain*. 1951;74(4):491–516. doi:10.1093/brain/74.4.491.

21. Страфун СС, Шипунов ВГ, Лисак АС. Компартмент-синдром при вогнепальних пораненнях кінцівок. *Складні питання хірургічного лікування вогнепальних ушкоджень кінцівок*. Київ, Івано-Франківськ; 2025. с.176–246.

Strafun SS, Shypunov VG, Lysak AS. Compartment syndrome in gunshot injuries of the limbs. *Complex issues of surgical management of gunshot injuries of the limbs*. Kyiv, Ivano-Frankivsk; 2025. p.176–246. [in Ukrainian]

22. Yousefi F, LaviArab F, Nikkhah K, Amiri H, Mahmoudi M. Novel approaches using mesenchymal stem cells for curing peripheral nerve injuries. *Life Sci*. 2019;221:99–108. doi:10.1016/j.lfs.2019.01.052.

23. Солонович ОС, Третякова АІ, Третяк ІБ, Чеботарьова ЛЛ, Гацький ОО, Мицак ОІ.

Вибір методики електронейроміографічної діагностики віддалених наслідків вогнепальних і мінно-вибухових ушкоджень нервів кінцівок. *Український нейрохірургіч-*

ний журнал. 2024;30(2):3–13. doi:10.25305/unj.299251.
Solonovych OS, Tretyakova AI, Tretyak IB, Chebotaryova LL,
Gatskyi OO, Mytsak OI.
The choice of method of electroneuromyography in remote

consequences of gunshot and mine-blast injuries of limb
nerves. *Ukr Neurosurg J.* 2024;30(2):3–13. doi:10.25305/
unj.299251.
[in Ukrainian]

Analysis of the Structure of Combat-Related Injuries to the Nerves of the Upper Limb in Modern Combat Operations

Strafun S.S.¹, Kurinnyi I.M.¹, Bobdan S.V.^{1✉}, Lysak A.S.¹

¹SI «Institute of Traumatology and Orthopedics of NAMS of Ukraine», Kyiv, Ukraine

Summary. Introduction. Firearm-related extremity injuries account for up to 60% of all combat-related trauma in modern warfare. Approximately one-third of these injuries are accompanied by fractures, while peripheral nerve damage of varying severity is diagnosed in about 40% of cases. **Objective.** This study aims to characterize the patterns of combat-related peripheral nerve injuries sustained during modern military operations, with particular attention to the challenges of diagnosis and management across different stages of medical evacuation. **Materials and Methods.** We analyzed the injuries of 163 male patients with firearm-related peripheral nerve damage of the upper limb. The mean age of the patients was 34 ± 8.6 years. The diagnostic protocol included radiography, electroneuromyography, and ultrasonography of both the affected nerve and the muscles of the arm and forearm. **Results.** Nearly 95% of patients sustained peripheral nerve injuries from fragmentation shells resulting from rocket-artillery and other remotely operated weapons. The majority of gunshot wounds were localized in the middle and distal third of the shoulder (42.3%), in the forearm (25.4%), and in the elbow joint area (14.9%). Among peripheral nerve injuries of the upper limb, radial nerve damage was most common (36.2%). Consequences of open fractures of the humerus were present in 45.1% of cases; fractures of the ulna and radius were associated with nerve injury in 19.8% and 17%, respectively. **Conclusions.** Grade III–IV nerve injuries (according to Sunderland) occurred in 55.1% of patients, and complete anatomical nerve disruption was observed in 42.2% of cases. Nerve defects measuring 3–6 cm were recorded in 53 patients (56.7%) – this range is generally considered favorable for surgical reconstruction. In 9.6% of cases, nerve defects exceeded 12 cm. At earlier stages of medical evacuation, injured nerves were rarely repaired, and the diagnosis of such injuries was insufficient.

Key words: peripheral nerve; gunshot injury; electroneuromyography; sonography; upper limb; nerve injury.

ORTHO FEST KYIV 2025: Інноваційні підходи до лікування поліструктурної травми кінцівок



3 жовтня 2025 року на базі ДУ «Інститут травматології та ортопедії НАМН України» відбулася науково-практична конференція **ORTHO FEST KYIV 2025** на тему «Інноваційні технології в лікуванні поліструктурної травми кінцівок». Захід об'єднав понад сто учасників з різних регіонів України — лікарів-ортопедів, травматологів, нейрохірургів, пластичних хірургів, реабілітологів і молодих науковців, які працюють у сфері відновного лікування наслідків бойових ушкоджень.

Конференція присвячена річниці відкриття Відділення важкої поліструктурної травми ДУ «ІТО НАМН України» — одного з провідних центрів української реконструктивної хірургії. Науковим керівником заходу виступив завідувач відділу, доктор медичних наук Олексій Вікторович Долгополов.

У рамках наукової програми представили 27 доповідей провідних фахівців у галузі ортопедії, травматології, нейрохірургії, пластичної хірургії та реабілітації. Спікери поділилися власним досвідом і сучасними напрацюваннями щодо комплексного лікування поліструктурних уражень, зокрема бойових травм кінцівок, що стали викликом для української медицини останніх років. Особливу увагу приділили мультидисциплінарному підходу

до лікування таких пацієнтів, використанню клітинних технологій, сучасних методів остеосинтезу, нервової реконструкції та фізичної терапії.

Практичну частину конференції склали два майстер-класи, що викликали значний інтерес серед учасників:

- Ендопротезування колінного суглоба — демонстрація сучасних технік імплантації та аналіз помилок під час оперативних втручань;
- Біомеханічне тейпування як додатковий інструмент у комплексній фізичній терапії бойової



поліструктурної травми — інтерактивна сесія з практичними вправами та аналізом клінічних кейсів.

ORTHO FEST KYIV 2025 став платформою для професійного діалогу між фахівцями різних спеціальностей, об'єднавши зусилля науки, практики й освіти заради спільної мети — підвищення

якості життя пацієнтів з важкими травматичними ушкодженнями. Учасники підкреслили важливість регулярного проведення таких заходів, що сприяють розвитку наукової думки, впровадженню новітніх технологій і зміцненню міжрегіональної професійної спільноти українських ортопедів і травматологів.



ЮБІЛЕЇ



15 серпня виповнилося 60 років **Королькову Олександр Івановичу** – відомому дитячому ортопеду-травматологу, науковцю, лектору, викладачу, знаному фахівцю в галузі ортопедії та травматології.

Корольков О.І., народився 15 серпня 1965 року в смт Ширяєве Одеської області, у 1988 році закінчив Одеський медичний інститут ім. М.І. Пирогова за спеціальністю «Лікувальна справа». З 1989 по 1992 р. працював у Фрунзовській ЦРЛ Одеської області (нині смт Захарівка) на посаді лікаря-травматолога.

З 1992 р. – клінічний ординатор, а з 1994 по 1997 р. – очний аспірант Харківського науково-дослідного інституту ортопедії та травматології ім. проф. М.І. Ситенка. З 1997 р. по травень 2000 р. працював в дитячій клініці цього ж інституту молодшим науковим співробітником, з червня 2000 р. – старшим науковим співробітником, а з вересня 2006 року по лютий 2018 р. – завідувачем науково-організаційного відділу Інституту ім. проф. М.І. Ситенка НАМН України. У цей період повністю розкривається талант О.І. Королькова як видатного організатора – він бере активну участь

в організації та проведенні десятків науково-практичних конференцій, семінарів, та симпозіумів різного рівня, 6 Пленумів і 3 з'їздів української асоціації ортопедів-травматологів.

У 1999 році Корольков О.І. захистив кандидатську дисертацію «Післярепозиційний гіперпресійний синдром при вродженому вивиху стегна», а в 2011 році – докторську дисертацію на тему «Рецидиви вродженого вивиху та підвивиху стегна (діагностика, лікування, профілактика)».

3 липня 2002 року рішенням ВАК України Королькову О.І. присвоєно вчене звання старшого наукового співробітника.

Зростанню Олександра Королькова як фахівця та людини з непересічними людськими якостями, сприяло його професійне навчання та неформальне спілкування з такими яскравими особистостями як: професор Герцен Іван Генріхович, Топор Володимир Петрович (Одеса), академік Корж Олексій Олександрович, професор Шевченко Станіслав Дмитрович, професор Ролік Олексій Васильович (Харків) та багатьма іншими.

З першого березня 2018 року Корольков О.І. працює у Львові в КНП ЛОР Львівська обласна дитяча клінічна лікарня «ОХМАТДИТ» – наразі очолює клініку нейроортопедії, травматології та реабілітації дітей, а з вересня 2018 року Корольков О.І. почав викладацьку діяльність у Львівському національному медичному університеті імені Данила Галицького, де працює і донині на посаді професора кафедри травматології, ортопедії та ВПХ за сумісництвом.

У науковому доробку Королькова О.І. близько 500 публікацій, серед них: 72 – зарубіжні публікації, 47 патентів України та 1 винахід.

У даний час під керівництвом Королькова О.І. захищено 4 кандидатські дисертації та 1 дисертація доктора філософії, виконується 1 дисертація доктора філософії та 1 – магістерська робота.

Корольков О.І. бере активну участь в організації та проведенні науково-практичних конференцій, семінарів, симпозіумів, з'їздів різного рівня. Регулярно виступає з доповідями на науково-практичних конференціях. За його ініціативи було проведено декілька міжнародних конференцій та симпозіумів з актуальних питань нейроортопедії та дитячої ортопедії і травматології за участю фахівців з багатьох країн світу.



Корольков О.І. є віце-президентом ГО «Українська асоціація дитячих ортопедів-травматологів», членом Правління ГО «Українська асоціація ортопедів-травматологів», членом міжнародних асоціацій SICOT, OTA, міжнародної Європейської асоціації «European Hip Society», американської асоціації дослідників церебрального паралічу (AAOSCP) та членом міжнародної асоціації дитячих ортопедів Близького Сходу (MEPOS – Middle East Pediatric Orthopedic Society).

Водночас Корольков О.І. – член редколегії журналів «Ортопедія, травматологія і протезування», «Соціальна педіатрія та реабілітологія» та журналу «Moldavian Journal of pediatric surgery» (Молдова).

Корольков О.І. неодноразово нагороджений Почесними Грамотами Комітету Верховної Ради з

питань охорони здоров'я (2007, 2013), МОЗ України (2011), НАМН України (2010, 2015).

У 2023 році отримав Національну премію «Скарб Нації» у номінації «Кращий лікар року».

Корольков О.І. користується заслуженим авторитетом і повагою у студентів, пацієнтів та колег, займає активну громадську позицію.

Олександр Іванович — приклад високого професіоналізму, відданості обраній справі та безмежної турботи про пацієнтів. Його багаторічна праця поєднує наукову діяльність, клінічний досвід та педагогічну роботу, що зробило його ім'я авторитетним серед колег в Україні та за її межами.

Впродовж своєї діяльності ювіляр зробив вагомий внесок у розвиток сучасних підходів до лікування патології кульшового суглоба та стопи у дітей, впровадження сучасних методик реабілітації дітей з ДЦП, активно впроваджує новітні технології та стандарти, сприяє інтеграції української науки у світовий простір.

Його учні — це лікарі нового покоління, які переймають не лише знання, але й високі моральні принципи, любов до професії та щире бажання допомагати людям.

Шановний Олександр Івановичу!

Прийміть наші сердечні вітання з ювілеєм, побажання міцного здоров'я, довгих років активної творчої і професійної діяльності, нових наукових здобутків та людського щастя.

Нехай і надалі Ваш шлях буде сповнений плідної праці, визнання колег, поваги учнів та вдячності пацієнтів.

**З глибокою повагою —
Редакційна колегія журналу**

УМОВИ ПУБЛІКАЦІЇ В ЖУРНАЛІ «TERRA ORTHOPAEDICA»

Шановні автори!

Будь ласка, ознайомтеся з детально викладеними вимогами до оформлення статей для публікації в журналі, які складені з урахуванням вимог Наказу № 112 («Про публікування результатів дисертацій на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук») і вимог до видань, включених до «Переліку наукових фахових видань України» згідно з Наказом № 1021 від 07.10.2015 р. Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України.

Усі матеріали повинні бути оформлені відповідно до таких вимог:

1. Рукопис.

1.1. Формат тексту. Рукопис надсилається до редакції в електронному вигляді в форматі MS Word (розширення .doc, .docx, .rtf), гарнітура Times New Roman, кегль 12, інтервал 1,5, поля 2 см по обидві сторони. Виділення в тексті можна проводити тільки курсивом, але не підкресленням. З тексту необхідно видалити всі повторювані пропуски і зайві розриви рядків (в автоматичному режимі через сервіс Microsoft Word «Знайти і замінити»).

1.2. Обсяг тексту рукопису, включаючи список літератури, таблиці, ілюстрації, підписи до них, повинен складати для оригінальних статей 10-12 сторінок формату А4 (до 5000 слів), огляду літератури – 15-18 сторінок, повідомлень про спостереження з практики – 4-6 сторінок, рецензій – 4 сторінки.

Увага! Питання про публікацію в журналі великої за обсягом інформації вирішується індивідуально, якщо, на думку редколегії, вона становить особливий інтерес для читачів.

1.3. Крім наукових статей, журнал публікує матеріали з історії медицини, біографічні нариси і ювілеї, некрологи, дискусійні статті з різних проблем спеціальності, статті про з'їзди, конференції, статті по обміну досвідом, рекламні матеріали, рецензії та ін.

1.4. **Мова публікації.** До публікації в журналі приймаються рукописи українською або англійською мовами. Метадані статті публікуються двома мовами (українською, англійською). При наборі тексту не перекладайте його дослівно з латиницею важливо відповідно встановлювати її на клавіатурі.

Наприклад, неприпустимо замінювати латинську букву «i» українською літерою «і», незважаючи на візуальну ідентичність.

2. До обов'язкових структурних елементів статті відносяться:

- титульна сторінка;
- резюме;
- ключові слова;
- текст статті (включаючи таблиці, малюнки);
- додаткова інформація;
- література.
- титульна сторінка;
- резюме;
- ключові слова;
- текст статті (включаючи таблиці, малюнки);
- додаткова інформація;
- література.

2.1. **Титульний лист** повинен містити подану українською, та англійською мовами наступну інформацію: УДК статті; назва статті; автори – прізвища та ініціали; афіліація авторів. Назва має повноцінно відображати предмет і тему статті, не бути надмірно короткою, але і не містити більше 100 символів. Назва пишеться рядковими літерами, крім великої літери першого слова та власних назв.

2.2. **Резюме (реферат)** складається двома мовами (українською, англійською). Авторське резюме до статті є основним джерелом інформації у вітчизняних і зарубіжних інформаційних системах і наукометричних базах даних, в яких індексується журнал. Обсяг резюме має становити близько 250 слів або 2000 тисячі знаків. Резюме повинно бути структурованим і включати обов'язкові рубрики: «Актуальність»; «Мета дослідження»; «Матеріали і методи»; «Результати»; «Заключення». Обсяг розділу «Результати» повинен становити не менше 50% від загального обсягу. Резюме оглядів, лекцій, дискусійних статей складаються у довільній формі.

Текст повинен бути зв'язним, з використанням слів «отже», «більше», «наприклад», «у результаті» тощо. Реферат англійською повинен бути складений грамотно з допомогою електронного перекладача! В англійському резюме слід використовувати активні форми дієслова. Резюме не повинне містити аббревіатур, за винятком загальноприйнятих (наприклад, ДНК), виносок, посилань на літературні джерела.

2.3. **Ключові слова** (Keywords). Необхідно вказати 3-6 слів або словосполучень, відповідних змісту роботи, які сприятимуть індексуванню статті в пошукових системах. У ключові слова оглядових статей слід включати слово «огляд». Ключові слова повинні бути ідентичні українською та англійською мовами, їх слід писати через крапку з комою.

2.4. Таблиці мають бути виконані гарнітурою Times New Roman, 10 кеглем, без службових символів усередині. Публікації, що містять таблиці, виконані за допомогою табулятора, розглядатися не будуть. Таблиці повинні бути побудовані наочно, мати назву, їх заголовок має точно відповідати змісту граф. У тексті необхідно вказати місце таблиці та її порядковий номер.

2.5. **Текст статті.** Структура повного тексту рукопису, присвяченого опису результатів оригінальних досліджень, повинна відповідати загальноприйнятим шаблонам і містити **обов'язкові розділи**: «Вступ»; «Мета»; «Матеріали і методи»; «Результати»; «Обговорення»; «Обмеження», «Творчий внесок авторів» «Заключення».

2.6. **Пристатейний список літератури – «Література».** Оптимальна кількість цитованих робіт в оригінальних статтях і лекціях становить 15-30 джерел, в оглядах – 30-60 джерел. **Бажано цитувати оригінальні роботи, опубліковані протягом останніх 5-7 років у зарубіжних періодичних виданнях. Також намагайтеся звести до мінімуму посилання на тези конференцій, монографії. У список літератури не включаються неопубліковані роботи, офіційні документи, рукописи дисертацій, підручники і довідники. Повинна бути представлена додаткова інформація про статті – DOI, PubMed ID і ін. Якщо в списку менше половини джерел мають індекси DOI, стаття не може бути опублікована в міжнародному науковому журналі. Посилання повинні перевірятися перед комплектацією списку використаних джерел через сайт <http://www.crossref.org/guestquery> або <https://scholar.google.com.ua/>.**

Кожне джерело слід поміщати з нового рядка під порядковим номером, який вказується в тексті статті арабськими цифрами в квадратних дужках.

Джерела з кирилицею написанням необхідно дублювати англійським варіантом; приводять офіційну назву видання латиницею або транслітеровану, якщо немає офіційної. Приклад: Ivanov AA, Petrov RK. Arthrodesis of the ankle joint. TERRA ORTHOPAEDICA. 2019;4:34-39. Doi:0000000000000000. (in Ukrainian, or English, or Serbian etc.).

У списку всі роботи перераховуються в порядку цитування, а не в алфавітному порядку. Список літератури має бути оформлений відповідно до стилю Ванкувер.

Автор несе відповідальність за правильність даних, наведених у списку літератури.

2.7. **Відправка рукопису.** До розгляду приймаються рукописи, раніше ніде не опубліковані і не спрямовані для публікації в інші видання. Стаття відправляється на електронну адресу редакції у вигляді єдиного файлу, що містить усі необхідні елементи (титольний лист, резюме, ключові слова, текстова частина, таблиці, список використаної літератури, відомості про авторів). Окремими файлами в цьому ж листі висилаються супровідні документи і копії ілюстрацій (малюнків, схем, діаграм) у форматах тієї програми, в якій вони були створені. Якщо ілюстрації в статті представлені у вигляді фотографій або растрових зображень, необхідно подати їх копію в форматі *JPG або *TIF, оригінальним розміром, з роздільною здатністю 300 точок на дюйм. Фізичний розмір у сантиметрах повинен бути достатнім для однозначного сприйняття і легкого прочитання змісту ілюстрації. Колірна палітра RGB або CMYK, без компресії. Ілюстрації повинні бути контрастними і чіткими.

Супровідна документація. До оригінальної статті додаються: супровідний лист від керівництва установи, в якому проводилося дослідження; декларація про наявність або відсутність конфлікту інтересів; авторська угода. Ці документи в електронному (відсканованому) вигляді надсилаються на електронну адресу редакції разом зі статтею, яка подається до публікації.

На окремій сторінці подають інформацію двома мовами (українська, англійська): прізвище, ім'я, по-батькові кожного автора; науковий ступінь та звання, посада, місце роботи з офіційною адресою установи, e-mail, телефон, реєстраційний номер ORCID Science (якщо є). Вказати автора для листування.

3. Усі статті обов'язково рецензуються. Стаття може бути повернена автору для виправлення або скорочення.

4. **Плагіат і вторинні публікації.** До публікації в журналі не приймаються рукописи з недобросовісним текстовим запозиченням і привласненням результатів досліджень, які не належать авторам цього матеріалу. Щоб перевірити статтю на оригінальність, можна скористатися програмою Advego plagiat. Редакція зберігає за собою право перевірки поданих рукописів на наявність плагіату. Текстова схожість в об'ємі понад 20% вважається неприйнятною.

Статті, що раніше були опубліковані або направлені в інші журнали чи збірники, не приймаються.

Стаття має бути ретельно відредагована і вивірена автором. Перед відправкою рукопису ретельно перевірте і переконайтеся, що усі вищезгадані вимоги виконані.

Автори несуть відповідальність за наукове та літературне редагування поданого матеріалу, цитат і посилань, але редакція залишає за собою право на власне редагування статті (наукового і літературного характеру, а також на скорочення статті, що не перекручує її зміст) чи відмову авторові у публікації, якщо поданий матеріал не відповідає за формою або змістом вищезгаданим вимогам. Матеріали, що не відповідають наведеним стандартам публікацій у журналі «TERRA ORTHOPAEDICA», не розглядаються та не повертаються. Дискети, диски, рукописи, рисунки, фотографії та інші матеріали, надіслані в редакцію, не повертаються.

Статті, автори яких є передплатниками журналу, публікуються позачергово (при наданні копії квитанції про передплату).

5. Публікація у журналі

Подача та рецензування статей є безкоштовними.

Оплата здійснюється лише після проходження рецензування та прийняття статті до публікації. Реквізити надсилаються відповідальному автору електронною поштою. Ви можете здійснити оплату будь-яким зручним способом: у відділенні банку, через термінал, або за допомогою електронних платіжних систем (Приват24, LiqPay, Portmone, iPay тощо).

Вартість публікації складає 3000 грн за статтю, при наявності кольорових ілюстрацій – 3500 грн.

У разі несплати протягом 7 робочих днів з моменту отримання реквізитів, стаття виключається з поточного номеру журналу. Після здійснення оплати вона може бути включена до поточного або одного з наступних випусків.

Матеріали для публікації надсилайте за посиланням: https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSefTJTq7m7nWHaignKz8mLodbejc4wvaI8BB_scKWrlwsaMAQ/viewform

PUBLICATION GUIDELINES FOR THE JOURNAL «TERRA ORTHOPAEDICA»

Dear Authors!

Please familiarize yourself with the detailed requirements for formatting articles for publication in the journal, which have been developed in accordance with Order No. 112 («On the Publication of Dissertation Results for the Scientific Degrees of Doctor and Candidate of Sciences») and the requirements for journals included in the «List of Scientific Professional Publications of Ukraine» under Order No. 1021 of the Ministry of Education and Science, Youth and Sports of Ukraine dated October 7, 2015.

All materials must be prepared according to the following requirements:

1. Manuscript

1.1. **Text Format.** The manuscript should be submitted electronically in MS Word format (.doc, .docx, .rtf), using Times New Roman font, 12 pt size, 1.5 line spacing, and 2 cm margins on both sides. Italics should be used for emphasis—underlining is not permitted. All extra spaces and unnecessary line breaks should be removed (use Microsoft Word's «Find and Replace» tool for this purpose).

1.2. The length of the manuscript text—including the reference list, tables, figures, and their captions—should be 10–12 A4 pages (up to 5,000 words) for original research articles, 15–18 pages for literature reviews, 4–6 pages for case reports from practice, and 4 pages for brief reviews.

Note: The publication of longer articles is decided on an individual basis if the editorial board considers it of special interest to readers.

1.3. In addition to scientific articles, the journal also publishes materials on the history of medicine, biographical essays and anniversaries, obituaries, discussion articles on specialty-related topics, reports from congresses and conferences, articles on the exchange of experience, advertising materials, reviews, etc.

1.4. **Language of Publication.** Manuscripts are accepted for publication in the journal in either Ukrainian or English. All article metadata must be presented in both languages. Do not transliterate the text using Latin characters letter by letter when typing; it is important to correctly set the appropriate keyboard layout.

For example, it is unacceptable to replace the Latin letter «i» with the Ukrainian letter «і», despite their visual identity.

2. Mandatory Structural Elements of the Article include:

- Title page;
- Summary;
- Keywords;
- Main text (including tables and figures);
- Additional information;
- References.

2.1. The **Title Page** must include the following information in both Ukrainian and English: the UDC of the article, the title of the article, authors (last names and initials), and author affiliations. The title should clearly reflect the subject and theme of the article, not be overly short, but also not exceed 100 characters. The title is written in lowercase letters, except for the first letter of the first word and proper nouns.

2.2. **Summary.** The summary must be provided in both Ukrainian and English. The author's summary serves as the primary source of information for domestic and international information systems and scientometric databases where the journal is indexed. The length of the summary should be approximately 250 words or 2,000 characters. The summary must be structured and include the mandatory sections: «Background», «Objective», «Materials and Methods», «Results», and «Conclusions.» The «Results» section should comprise at least 50% of the total length. Summaries for review articles, lectures, and discussion papers may be written in a free form.

The text should be coherent and include linking words such as «therefore», «furthermore», «for example», «as a result», etc. The English summary should be written properly with the help of an electronic translator. Use active verb constructions in the English version of the summary. The summary should not contain abbreviations (except for commonly accepted ones like DNA), footnotes, or references to literature sources.

2.3. **Keywords.** Provide 3–6 keywords or phrases that reflect the article's content, which will help in indexing the article in search engines. Review articles must include the term «review» as a keyword. Keywords must be identical in both languages and separated by semicolons.

2.4. Tables should be created using Times New Roman, 10 pt font, without any service symbols inside. Tables that are formatted using the tab key will not be accepted. Tables should be constructed clearly, have a title, and column headings must accurately correspond to their content. The location of the table and its sequential number must be indicated in the text.

2.5. **Main Text of the Article.** The structure of the full manuscript describing the results of original research must follow generally accepted templates and include the following **required sections**: «Introduction», «Objective», «Materials and Methods», «Results», «Discussion», «Limitations», «Authors' Contributions», and «Conclusions».

2.6. **References.** The optimal number of references for original articles and lectures is 15–30 sources, and 30–60 sources for reviews. ***It is recommended to cite original works published in international journals within the last 5–7 years. References to conference abstracts and monographs should be minimized. The reference list should not include unpublished works, official documents, dissertation manuscripts, textbooks, or reference books. Additional information about the articles must be provided – DOI, PubMed ID, etc. If less than half of the references have DOI identifiers, the article cannot be published in an international scientific journal. References should be verified using <http://www.crossref.org/guestquery> or <https://scholar.google.com.ua/> before finalizing the list.***

Each reference must appear on a new line, numbered sequentially, with citations in the text corresponding to these numbers in square brackets.

References in Cyrillic must be duplicated with an English version; provide the official name of the publication in Latin script or a transliterated one if the official version is unavailable. Example: **Ivanov AA, Petrov RK. Arthrodesis of the ankle joint. TERRA ORTHOPAEDICA. 2019;4:34–39. Doi:0000000000000000. (in Ukrainian, or English, or Serbian, etc.)**

The reference list must be arranged in the order of citation, not alphabetically, and must follow the Vancouver style.

The author is responsible for the accuracy of all cited sources.

2.7. **Manuscript Submission.** Only original manuscripts that have not been published elsewhere or submitted to other journals are accepted. The article should be emailed to the editorial office as a single file that includes all required components (title page, summary, keywords, article text, tables,

reference list, and information about authors). Accompanying documents and copies of illustrations (figures, schemes, diagrams) must be sent as separate files in the same email, in the formats of the programs in which they were created. If the illustrations in the article are presented as photographs or raster images, a copy must be submitted in *.JPG or *.TIF format at original size and 300 dpi resolution. The physical size in centimeters must be sufficient for unambiguous perception and easy reading of the illustration's content. The color palette should be RGB or CMYK, without compression. Illustrations must be contrasting and clear.

Accompanying Documents. The original article must be accompanied by: a cover letter from management of the institution where the research was conducted, a declaration of the presence or absence of a conflict of interest, and an author agreement. These documents should be submitted as scanned files in the same email as the article.

On a separate page, provide the following information in both Ukrainian and English: last name, first name, and patronymic of each author; scientific degree and title, job title and place of employment with the official address of the institution, e-mail, phone number, and ORCID Science registration number (if available). Also, indicate the corresponding author.

3. All articles undergo mandatory peer review. The article may be returned to the author for revision or shortening.

4. **Plagiarism and Secondary Publications.** Manuscripts containing plagiarism or appropriation of research results that do not belong to the authors of this material are not accepted for publication in the journal. Authors can use the Advego Plagiatus software to check originality. The editorial office reserves the right to check submitted manuscripts for plagiarism. Text similarity greater than 20% is considered unacceptable.

Articles that have been previously published or submitted to other journals or collections are not accepted.

The article must be thoroughly edited and proofread by the author. Before sending the manuscript, carefully check and make sure that all of the above requirements are met.

Authors are responsible for the scientific and literary editing of the submitted material, citations, and references. However, the editorial board reserves the right to perform its own scientific and literary editing and to shorten the text without altering its content, or to reject the article if the submitted material does not meet the above-mentioned requirements in form or content. Materials that do

not comply with the publication standards of the journal «*TERRA ORTHOPAEDICA*» will not be reviewed or returned. Disks, manuscripts, figures, photographs, and other materials submitted to the editorial office will not be returned.

Articles by authors who are journal subscribers are prioritized for publication (upon proof of subscription).

5. Publication

Submission and peer review of articles are free of charge.

Payment is made only after the peer review is completed and the article is accepted for publication. Payment details will be sent to the corresponding author by email. Payment may be made in any

convenient way: at a bank branch, through a terminal, or using electronic payment systems such as Privat24, LiqPay, Portmone, iPay, etc.

The publication fee is 3000 UAH per article; if there are color illustrations, the fee is 3500 UAH.

If payment is not received within 7 business days, the article will be removed from the current issue. After payment, the article will be included in the current or one of the following issues.

Submit materials for publication at the following link: https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSefTJTq7m7nWHaignKz8mLodbejc4wvaI8BB_scKWrlwsaMAQ/viewform

Адреса редакції: 01601, м. Київ, вул. Бульварно-Кудрявська, 27.
Тел.: (044) 486-42-49, 486-60-65, тел./факс: (044) 486-66-28, e-mail: terraorthopaedica@gmail.com.
Засновник та його адреса: ДУ «Інститут травматології та ортопедії НАМН України»,
01601, м. Київ, вул. Бульварно-Кудрявська, 27.
Видається 4 рази на рік. Мова видання: українська, англійська.
Сфера розповсюдження — загальнодержавна.
Мед. коректор — Грабар Н. М. Технічний секретар — Євлантьєва Т. А.
Переклад англійською — Кравченко О. М.
Підписано до друку: 11.12.2025 р. Наклад 1000 прим. Ціна договірна.
Верстка та друк: ТОВ «Про формат», (067) 235-22-56.