



TERRA ORTHOPAEDICA

2

125 | 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

2 (125) – 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. Marzycynski (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

2 (125) – 2025

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Головний редактор А.П. Лябах

Відповідальний секретар О.О. Коструб

М.Л. Анкін (Київ)
О.А. Бур'янов (Київ)
О.Г. Гайко (Київ)
Г.В. Гайко (Київ)
С.І. Герасименко (Київ)
В.В. Григоровський (Київ)
М.П. Грицай (Київ)
Ю.М. Гук (Київ)
К.Н. ван Дайк (Амстердам, Нідерланди)
О.В. Долгополов (Київ)
І.М. Зазірний (Київ)
А.В. Калашніков (Київ)
В.Г. Климовицький (Донецьк)
М.О. Корж (Харків)
І.М. Курінний (Київ)
О.Є. Лоскутов (Дніпро)
С. Магомедов (Київ)
В.Й. Марчинський (Варшава, Польща)
Ф. Нейрет (Ліон, Франція)
Д.А. Найланд (Луїсвіль, США)
Ю.В. Поляченко (Київ)
В.О. Радченко (Харків)
І.В. 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)

Свідцтво 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 29.07.2025 р.

© Журнал «Terra Orthopaedica», 2025



ЗМІСТ

ОРИГІНАЛЬНІ ПУБЛІКАЦІЇ

Брендинг Державної Установи «Інститут травматології та ортопедії Національної академії медичних наук України»

Поляченко Ю.В., Турчин О.А.,
Безуглий А.А., Гайко О.Г. 4

Травматичні ушкодження верхньої кінцівки у цивільних постраждалих від сучасних бойових дій

Деркач Р.В., Євлантьєва Т.А. 11

Моделювання роботи м'язів плечового суглобу при відведенні верхньої кінцівки

Кравченко Д.Д., Страфун О.С., Суворов В.Л.,
Карпінська О.Д., Карпінський М.Ю. 17

Ретроспективний аналіз бойової хірургічної травми ділянки ліктьового суглоба

Долгополов О.В., Ворона А.О. 27

Хірургічне лікування тривимірних згинальних контрактур проксимальних міжфалангових суглобів довгих пальців кисті з використанням латерального прямого бокового шкірно-жирового пальцевого ротаційного клаптя з рандомізованим кровообігом

Фурманов О.Ю., Симулик Є.В., Кірімов В.І. 36

ОГЛЯДИ ЛІТЕРАТУРИ

Диференційна діагностика больових феноменів резидуальної кінцівки (Огляд літератури)

Турчин О.А., Пятковський В.М.,
Євлантьєва Т.А., Харчик В.С., Лябах А.П. 42

ORIGINAL PUBLICATIONS

Branding of the State Institution «Institute of Traumatology and Orthopedics of NAMS of Ukraine»

Poliachenko Yu.V., Turchyn O.A.,
Bezuhlyi A.A., Haiko O.G. 4

Traumatic Injuries of the Upper Extremities in Civilian Victims of Modern Combat Actions

Derkach R.V., Yevlantieva T.A. 11

Modeling the Function of Shoulder Joint Muscles During the Abduction of the Upper Limb

Kravchenko D.D., Strafun O.S.,
Suvorov V.L., Karpinska O.D., Karpinskyi M.Iu. 17

Combat-Related Elbow Injuries: A Retrospective Analysis Of Surgical Outcomes

Dolhopolov O.V., Vorona A.O. 27

Surgical Treatment of Three-Dimensional Flexion Contractures of the Proximal Interphalangeal Joints of the Long Fingers Using a Direct Lateral Skin-Fatty Digital Flap with Randomized Blood Supply

Furmanov O.Yu., Symulyk Ye.V., Kirimov V.I. 36

LITERATURE REVIEW

Differential Diagnosis of Pain Phenomena in the Residual Limb (Literature Review)

Turchyn O.A., Piatkovskyi V.M.,
Yevlantieva T.A., Kharchyk V.S., Liabakh A.P. 42

**Сучасні аспекти застосування
комп'ютер-асистованих апаратів
зовнішньої фіксації (Огляд літератури)**

Суворов В.Л., Євлантьєва Т.А., Кулик Ю.А.,
Козік Є.В., Ларкевич О.Г., Дем'ян Ю.Ю. 44

ДАЙДЖЕСТ

Квітневі тези 64

ЮБІЛЕЇ

Лоскутов О.Є. 66

**Умови публікації в журналі
«TERRA ORTHOPAEDICA»** 69

**Modern Aspects of the Use of
Computer-Assisted External Fixation
Devices (Literature Review)**

Suvorov V.L., Yevlantieva T.A., Kulyk Yu.A.,
Kozik Ye.V., Larkevych O.H., Demian Yu.Yu. 44

DIGEST

April Abstracts 64

ANNIVERSARIES

Loskutov O.E. 66

**Terms of publication in
«TERRA ORTHOPAEDICA»** 69

Брендинг Державної Установи «Інститут травматології та ортопедії Національної академії медичних наук України»

Поляченко Ю.В.¹, Турчин О.А.^{1✉}, Безуглий А.А.¹, Гайко О.Г.¹

Резюме. Мета: висвітлення загальних аспектів брендингу закладу охорони здоров'я та повідомлення про створення нового логотипу ДУ «ІТО НАМН України». Для визначення та узгодження основних якостей іміджу бренда нашого закладу був застосований метод номінальної групи, який є структурованим процесом групового вирішення проблем і прийняття рішень. Для створення нового логотипу інституту був оголошений конкурс, після чого було розглянуто всі попередні назви закладу, як висновок, майже в кожній з них сталими залишилися три букви І Т О. Прототипом нового лого став відомий успішний логотип iPhone. Новий логотип являє собою напис «ІТО» з сірими кольорними акцентами. Створення нового логотипу нашого інституту є першим досвідом брендингу. Три літери з першого погляду створюють в свідомості пацієнта ряд асоціацій з певними очікуваними вигодами та цінностями, які він бажає отримати при зверненні саме до нашого.

Ключові слова: брендинг, брендинг закладу охорони здоров'я, імідж бренда, логотип.

Сукупність різних факторів в умовах воєнного стану, серед яких провідне місце займають реформування національної системи охорони здоров'я, розвиток приватної медицини, підвищення рівня конкуренції на ринку медичних послуг обумовили пошук нових ефективних шляхів управління закладом охорони здоров'я (ЗОЗ).

Нині ринок послуг в медичній галузі насичений великою кількістю пропозицій в закладах як державної, так і приватної форм власності. ЗОЗ відіграють значну соціальну та економічну ролі у розвитку країни. Проте сучасна українська медицина має цілий ряд невирішених проблем, серед яких основними є брак фінансування та історично сформоване «специфічне» ставлення з боку суспільства. Для усунення останнього перспективним методом може стати застосування технології управління іміджем.

У будь-яких організаціях виникає необхідність сформувати певний імідж, знайти свою цільову аудиторію, визначити своє місце на ринку послуг. Треба зазначити, що ринок медичних послуг має свої особливості, він істотно відрізняється від інших.

Споживач медичних послуг без медичної освіти

не може зазвичай оцінити стан свого здоров'я та визначити які заходи з поліпшення здоров'я слід застосувати. У зв'язку з цим покупець медичних послуг має бути впевненим, що лікар не зловживатиме його недостатньою обізнаністю з метою необґрунтовано збільшити обсяг лікувальних заходів, та повинен довіряти йому.

Мета брендування ЗОЗ полягає в формуванні чіткої ідентичності лікарні та відмежуванні її послуг від пропозицій інших медичних установ. Існувати, а саме головне утриматись на ринку, переконати клієнтів, що саме наш заклад найкращий, а персонал – найбільш кваліфікований та професійний, стає все складніше, зважаючи на конкурентів та умови, в яких вимушена перебувати наша країна. Через це бренд та відповідність бренду стає одним з основних інструментів менеджменту будь-якого ЗОЗ для його успішного функціонування та подальшого розвитку.

Якщо казати про ідентифікаційну символіку певного ЗОЗ, то вона об'єднує зовнішню атрибутику ЗОЗ у формі знаків, символів, кольорів тощо, що репрезентують його мету та ідею. А взагалі, хтось колись думав про те, що можна оновити і змінити зовнішність всього інституту? Але гарний літак повинен мати гарну назву і логотип. До прикладу, всесвітньо відома Клініка Мейо (США) старша за наш інститут на 30 років, але як її в той

✉ Турчин О.А., olenaturch@gmail.com

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

час назвали двома словами без усіляких амбіцій, так вона й зветься досі. При цьому її штат налічує 60 тисяч співробітників, але бажаючих там працювати ще більше. Тож адміністрація інституту ухвалила рішення про зміну символіки нашого ЗОЗ.

Зовнішні зміни стали передумовою для створення нового логотипу закладу, який був незмінним протягом багатьох десятиліть. Ще однією причиною зміни логотипу було бажання змінити «криве молоде дерево, прикріплене до плоского твердого шматка дерева», автором якого є французький лікар Nicolas Andry de Boisregard, 1741, вперше зображене в книзі «L'orthopedie» датованою 1741 роком через занадто широке його застосування, хоча цей образ став світовим символом ортопедичної хірургії [1].

Була створена робоча група, членів якої попросили переглянути стратегію розвитку нашого інституту. Під час обговорення розглянули питання: «Які основні якості бренда ми хочемо представити потенційним споживачам?». Після того, як члени робочої групи досягли консенсусу щодо основних якостей, перейшли до розробки нового логотипу, який би їх передавав.

Процес, який використовувався для визначення та узгодження основних якостей іміджу бренда нашого ЗОЗ, був метод номінальної групи¹, структурованим процесом групового вирішення проблем і прийняття рішень. Техніка номінальної групи була описана як «творчий процес, який передбачає або відсутність згоди на початку, або неповний рівень знань щодо природи проблеми або компонентів, які повинні бути включені для створення успішного рішення» [2,3]. Був оголошений конкурс для створення логотипу, який би втілював пріоритетні якості нашого медичного закладу.

¹ Процес номінальної групи включає: тихе генерування ідей у письмовій формі; круговий зворотній зв'язок від членів групи для запису ідей; обговорення кожної записаної ідеї для уточнення та закріплення однотипних ідей; індивідуальне голосування щодо пріоритету ідей з груповим рішенням, виведеним математично через упорядкування за рангом; підрахунок голосів, інтерпретація та закриття. Серед ключових переваг техніки номінальної групи перед традиційним інтерактивним груповим процесом є:

- номінальний груповий процес змушує всіх членів групи рівноправно брати участь у виробленні ідей, що покращує кількість і якість ідей і зменшує негативний вплив, який особливо домінуючий індивід може мати на групову творчість;
- тихе генерування ідей з подальшим розвитком думок та ідей під час циклічної процедури підвищує продуктивність і креативність групи. Під час циклічної процедури членів групи заохочують «перетягувати» ідеї інших шляхом розробки схожих, але різних ідей;
- високоструктурований характер номінального групового процесу зберігає групову орієнтацію на завдання. Це мінімізує більшу частину нерелевантної, непродуктивної, а іноді й контрпродуктивної групової взаємодії, яка часто характеризує звичайні інтерактивні групи;
- номінальні групові сесії, як правило, завершуються відчуттям досягнення та завершення. Це підвищує інтерес до майбутніх етапів планування та реалізації.

В процесі створення нового логотипу розглянули всі попередні назви. Перша назва нашої установи була досить немилозвучна, в 1919 році – БКД (Будинок калічної дитини). В історичному ракурсі ми зібрали всі наші колишні назви та аббревіатури. Але всі вони досить громіздкі. ВДОІ (Всеукраїнський державний ортопедичний інститут), УІТДО (Український інститут травматології і дитячої ортопедії), УНДІОТ НУСРР (Український науково-дослідний інститут ортопедії і травматології Наркомздоров'я УСРР), ДУ «ІТО АМН України», ДУ «ІТО НАМН України» (Державна установа інститут травматології та ортопедії НАМН України) [4]. Однак ми зауважили, що майже в усіх цих назвах сталими є три букви – І Т О.

Які характеристики, окрім сенсу, має нести в собі логотип? Результати аналізу прикладів успішних компаній засвідчили, що це простота, стислість, привабливість та можливість швидко запам'ятати для клієнта, інколи має бути неординарною та шокуючою. Схематичний процес створення нового логотипу представлений на рис. 1.



Рис. 1. Ілюстративне зображення процесу створення нового логотипу ІТО, всі запозичені ілюстрації взяті з інтернет-ресурсів.

За прототип взяли всім відомий успішний логотип iPhone. Що в ньому цікавого і особливого? Подивившись на надкушене яблуко 16 років тому, хіба можна було подумати про те, що цей бренд вироблятиме комп'ютери і телефони? Маркетинговий відділ і керівництво компанії, надихнувшись успіхом плеєрів iPod та інших продуктів з приставкою «i» вирішили використати її і в назві телефону. Перший айфон вийшов лише в 2007 році, а ми його знаємо ніби вічність. Його назва з маленької букви в когось викликала б подив тоді, але ніяк не зараз. Але Купертинівці не перші, хто використав такий хід. До прикладу фірма iRobot зробила це на 17 років раніше. Взагалі в англійськомовних країнах люди асоціюють букву «I», (звук «ай») в першу чергу зі своєю особистістю. Багато організацій та фірм успішно застосовують маленьку літеру «i» як

початковий елемент у своїх логотипах або назвах подій. З такої точки зору нам пощастило, що аббревіатура ІТО починається з цієї ж літери. То чому б нам не використати цей простий і впевнений прийом для створення нового логотипу, виділивши її нижнім реєстром? Остаточна версія нового логотипу наведена на рис. 2. Тож він являє собою напис «ІТО» з сірими кольорними акцентами. Логотип було розроблено за конкретними константами, що були запропоновані заступником головного лікаря з хірургічної роботи Безуглим А.А. Під час офіційного затвердження логотипу адміністрація закладу на чолі з директором відзначила, що створення єдиного лого має сприяти популяризації роботи інституту на теренах України та поза її межами.



Рис. 2. Логотипи ІТО (стара та нова версії).

Наступним кроком став вибір місця для розташування нового логотипу після завершеної реконструкції фасаду. Найбільш оптимальним місцем виявилась зовнішня частина конференц-зали. Також використали ефект візуальної ілюзії,

який додатково привертатиме увагу глядача, ніби символізуючи фрагмент, який ми маємо інтегрувати на місце (рис. 3,4). Тож було розглянуто декілька варіантів та після узгодження з дизайнером та архітектором затверджений варіант, який наразі прикрашає фасад нашої установи (рис. 3).

Окрім логотипу, було розроблено брендбук разом з макетами друкованої та сувенірної брендкованої продукції. Окрім того, до святкування ювілею інституту був знятий фільм, розміщений на сайті та в мережі YouTube, в якому окрім історії становлення закладу представлені всі наші здобутки. Розпочав свою роботу YouTube-канал ІТО.

Слід зазначити, що одним з елементів популяризації бренду інституту є соціальна проактивність, у рамках якої закладом були організовані та проведені заходи задля психологічної та моральної підтримки військових; створений ряд роликів про надання допомоги військовим. Також 14 червня було проведено Всесвітній день донора, під час якого донорам вручили подарунки, оформлені з використанням нового логотипу інституту.

Брендинг визначається як маркетингова технологія з формування, розвитку та посилення бренду [5]. Брендінг (ЗОЗ) – це наука про унікальність та процес диференціації медичного закладу серед широкого загалу інших.

Основною задачею при брендуванні ЗОЗ є створення в свідомості пацієнта асоціацій з певними очікуваними вигодами та цінностями саме до цього закладу.

Сучасний світ вимагає створення бренду, як важливого та цінного активу закладу для власника або керівника, а для клієнта – візитівки, яка

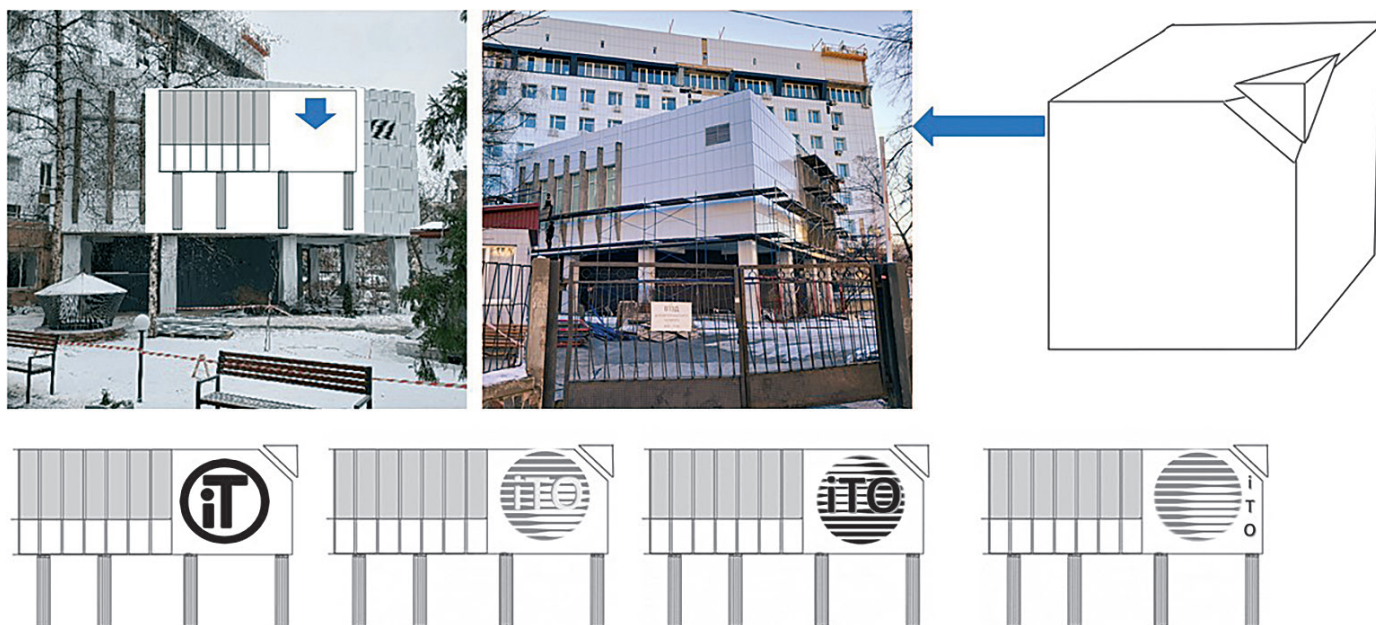


Рис. 3. Етапи проектування та локації нового логотипу.



Рис. 4. Фото фасаду ІТО до та після реконструкції.

дозволяє ідентифікувати товар чи послугу. Саме це обумовлює процес створення та управління брендингом, як пріоритетний напрямок ЗОЗ.

Перше визначення бренду ЗОЗ було зроблено Р. Farquhar [6]. Було виокремлено три складові бренду закладу: позитивна оцінка, доступність бренду та послідовний позитивний імідж бренду, завдяки чому заклад може отримати вищі ціни, знизити витрати на маркетинг і використовувати конкурентні переваги, що впливає на грошовий потік. Саме цей підхід ліг в основу концепцій Д. Аакера і К. Келлера [7,8].

Чіткий та переконливий бренд є значною конкурентною перевагою для ЗОЗ в будь-якому економічному кліматі. У часи збільшення пропозиції та вирівнювання або зменшення попиту, відмінний бренд – це більше, ніж просто «приємно мати», це «необхідність мати», і може означати різницю між успіхом і невдачею; між виживанням і зникненням. Питання, на яке неможливо відповісти з упевненістю – чи допоміг би відмінний імідж бренду захистити ЗОЗ принаймні від часткового ризику потрясіння галузі. Однак за відсутності серйозного планування попиту та пропозиції у медичній галузі, можливо, більш актуальним є інше питання, яке повинні поставити собі лікарі та адміністрація ЗОЗ: «Які ймовірні ризики, якщо не підготуватися до такої події?».

Не дивлячись на те, що для формування іміджу закладу можуть використовуватися різні інструменти комунікації та просування, бренд – це значно більше, ніж просто девіз, слоган, крилата фраза чи тег. Бренд ЗОЗ – це основний набір цінних якостей або атрибутів, які відображають його сутність.

До початку повномасштабного вторгнення конкуренція у вітчизняній медицині впевнено зростала, велика кількість клінік активно розви-

валась за допомогою ефективної маркетингової діяльності та формування їх позитивного іміджу, при цьому залишаючи за пацієнтами право вибору. Імідж ЗОЗ – це комплексне уявлення, що включає його образ, послуги та медичний персонал. Це уявлення формується в різних суспільних групах і змінюється з часом під впливом комплексу факторів. Формування іміджу закладу відбувається під впливом низки факторів, зокрема: засобів масової інформації – інтерв'ю, прес-релізи, інформаційні комплекти для преси, фотографії, друкована продукція тощо, які виступають як цілеспрямований важіль формування та управління корпоративною культурою закладу. Інтернет-простір широко застосовується як приватними, так і державними ЗОЗ, як найбільш актуальне місце для розміщення реклами. У цьому контексті будуються комунікації направлені на донесення ключової інформації до цільової аудиторії, яка позитивно вплине на імідж ЗОЗ та медичних послуг, а в довгостроковій перспективі збільшить ефективність діяльності. Більше того, користувачі мережі залишають відгуки, отже можуть бути каналом для передачі інформації. Застосування PR-інструменту та іміджмейкінгу включає декілька понять, таких як створення попиту на медичну послугу за допомогою впливу на думку пацієнтів, та формування суспільної думки. Іміджмейкінг – це сукупність технологій та технік, елементів та операцій, необхідних для професійного формування іміджу об'єкта (людини, предмета, явища); це система, метою функціонування якої є формування іміджу [9]. Він може бути успішно адаптований до будь-якої сфери, зокрема медичної. При цьому необхідно врахувати професіоналізм керівництва та персоналу, якість та унікальність медичних послуг, турботу про пацієнта тощо – все це сформує природний імідж ЗОЗ. В той час як штучний імідж ЗОЗ створюється на

основі маркетингових досліджень, попиту споживачів, реклами тощо.

Небилиця О.А. в структурі іміджу ЗОЗ виділяє вісім складових: імідж медичної послуги – наявність відмінних та виняткових її характеристик, що роблять її особливою та вигідно виділяють з ряду подібних; імідж споживачів (користувачів, партнерів) ЗОЗ об'єднує характерологічні особливості, уявлення про стиль життя та суспільний статус; імідж керівника – це індивідуальний імідж кожного завідувача, що включає уявлення про наміри, мотиви, здібності, установки, ціннісні орієнтації та його психологічні характеристики на основі сприйняття відкритих для спостереження характеристик, таких як зовнішність, соціально-демографічна приналежність, особливості вербальної та невербальної поведінки, вчинки і параметри неосновної діяльності або, точніше, контекст, у якому діє керівник медичної установи; імідж медичного персоналу – це узагальнений образ медичного персоналу, що розкриває найбільш характерні для нього риси; він формується на основі прямого контакту з працівниками медичного закладу. Кожен медичний працівник може розглядатися як «обличчя» ЗОЗ, за яким судять про персонал у цілому; внутрішній імідж ЗОЗ – це те, як медичний персонал уявляє свій заклад; зовнішній (візуальний) імідж ЗОЗ – уява про заклад, на основі зорових відчуттів, що фіксують інформацію про інтер'єр та екстер'єр закладу, зовнішній вигляд медичного персоналу, а також фірмову символіку (елементи фірмового стилю); соціальний імідж ЗОЗ – це уявлення широкої громадськості про соціальну мету та роль ЗОЗ в економічному, соціальному і культурному житті суспільства; бізнес-імідж ЗОЗ слід розуміти, як уявлення про ЗОЗ, як про суб'єкт певної діяльності [10].

Виділяють три стадії формування іміджу ЗОЗ: визначення мети, цільової аудиторії, осмислення потреби, її ідентифікація та опис у лаконічній, концептуальній формі; розробка концепції іміджу і художнього образу ЗОЗ; формування, впровадження і закріплення іміджу ЗОЗ у свідомості споживача [10, 11].

Консультації онлайн ще один дієвий фактор, здатний впливати на формування іміджу ЗОЗ. Вони можуть бути безкоштовні або платні. Окрім спілкування з пацієнтами є можливість обміну інформацією та досвідом між лікарями. Консультації онлайн стали особливо затребувані з початку повномасштабної війни.

Цікавою та позитивною ілюстрацією успішного брендування ЗОЗ є талісман Willis-Knighton Health System ведмедик Уїлліс, який став корисним доповненням до традиційних підходів брендування.

Це історія про те, як звичайна маленька плюшева тваринка забезпечує високу цінність, завдяки покращенню зусиль по управлінню ідентифікацією в масштабах всієї системи та в кінцевому результаті сприяє підвищенню цінності бренда. Від логотипа Willis-Knighton Health System, вишитого на лапі (гарантує збереження ідентичності бренда) до персонажа у вигляді тваринки (підтримує відкрити та постійну демонстрацію) до обмеженого розповсюдження (гарантує ексклюзивність), Willis the Bear ретельно розроблений з метою досягнення максимальної вигоди для бренда [11].

З точки зору розвитку бренду, бренд можна створити одним із двох способів: за замовчуванням або за проектом. Незалежно від того, усвідомлюють вони це чи ні, кожен ЗОЗ має свій бренд. Він може бути розпливчастим, погано визначеним, не зовсім позитивним, але він існує в свідомості споживачів і зацікавлених сторін. Назвіть це репутацією, якщо хочете; але це дійсно бренд закладу. Це те, як пацієнти бачать ЗОЗ і що вони про нього думають, і в переважній більшості випадків бренд ЗОЗ створювався за замовчуванням.

На відміну від вищезначеного, бренд може бути ретельно розроблений за допомогою дизайну (проекту). Роблячи це бренд, швидше за все, представить своїм споживачам найкращу можливу версію організації. Тим не менш, бренд не може бути створений з повітря. ЗОЗ не може успішно створювати та підтримувати образ у свідомості споживачів, який суперечить тому, що споживачі насправді бачать і відчувають.

Ключ до створення успішної та стійкої ідентичності бренду полягає в тому, щоб ЗОЗ залишався вірним собі та спирався на свої сильні та конкурентні переваги. Цілком доцільно, навіть бажано, щоб бренд також мав бажання, але він повинен прагнути в межах того, що розумно можливо досягти, наприклад, «Пізнай себе» і «будь правдивим перед самим собою» [12].

Створюючи імідж бренду для будь-якої організації, перше запитання, яке потрібно поставити та відповісти на нього це «хто є споживачами, якими ми хочемо просувати наш бренд». У випадку ЗОЗ є кілька ключових груп споживачів. Основну групу складають пацієнти. Іншою важливою групою є потенційні працівники. ЗОЗ настільки ефективний, наскільки кваліфіковані його співробітники, включаючи середній та молодший медичний персонал. Які якості ці люди шукають у роботодавця? Які атрибути нададуть установі конкурентну перевагу в залученні та утриманні висококваліфікованих працівників у середовищі, де зростає конкуренція з боку інших програм та інших професійних можливостей?

Ще однією групою є різні партнери та організації, які можуть допомогти з позабюджетним фінансуванням. Дехто може припустити, що в ідеальному світі рішення фінансової організації ґрунтувалося б виключно на суті пропозиції. Однак у реальному світі на ці важливі рішення часто впливає репутація ЗОЗ.

Пацієнти – основна група, на яку орієнтується ЗОЗ для розробки мети створення свого бренду. Більше того, передбачувано існує значна частина збігів в атрибутах, які резонуватимуть з кожним. Однак у середовищі, яке дедалі більше орієнтоване на якісне надання медичних послуг, одна група має критично важливе значення для майбутнього практично кожного закладу.

Оскільки кількість ЗОЗ, зокрема відділень з надання ортопедо-травматологічних послуг продовжує зростати, останні, ймовірно, зіткнуться з дедалі гострішою конкуренцією. Які атрибути важливі для їхнього рішення? Які з цих атрибутів відповідають тому, ким вони є та що вони пропонують? Які атрибути бренду будуть позитивно відрізняти одні ЗОЗ від інших?

Стратегія ідентичності бренду є достатньо важливою, оскільки вона впливає на появу переваг у ЗОЗ, які вигідно представлятимуть їх на конкурентному та зростаючому ринку. Так як ЗОЗ борються за кожного пацієнта, все більш актуальним стає питання впізнаваності бренду. Сьогодні все більше пацієнтів шукають зручний та доступний ЗОЗ зі споживацьких позицій, саме тому необхідно розробити унікальну стратегію ідентичності бренду та визначити імідж бренду, позиціонування закладу та досвід бренду пацієнтів, повідомляючи про свій бренд і визначаючи ефективність бренду.

Незважаючи на всі позитивні зміни, які вже відбулись в нашому інституті, в думках багатьох присутній сформований імідж лікарні з нотками негативу. І досі є пацієнти, які сприймають наш заклад, як типову державну установу радянських часів з рядом проблем, таких як бюрократія і відсутність оперативного прийняття правильних рішень тощо. Результатом цього є негативний образ установи, який перекреслює професіоналізм, унікальність та високу якість надання медичних послуг. Такий стан речей дещо уповільнює наш подальший розвиток, при цьому обумовлює перспективи брендингу інституту, які базуються на орієнтованості на пацієнта, що зумовлено національною стратегією реформування сфери охорони здоров'я, тенденцією до автономного управління медичними закладами. Цей підхід є принциповим при зміні стандартів надання медичних послуг, так як окрім технологічних вимог включає високі стандарти медичного сервісу. Таку тенденцію диктує запит

населення на якісну та доступну медицину. Головна роль в цьому лежить на поведінкових змінах та моделі злагодженої взаємодії всіх учасників цього процесу – пацієнтів, медичного персоналу, страхових компаній, територіальних громад та МОЗ України. Майбутнє інституту полягає в тому, щоб залишатись найкращим експертним закладом у сфері своєї діяльності.

Об'єднуючи всі визначення, можна розглядати поняття «бренд», як нероздільно пов'язану сукупність емоційних, соціальних, функціональних та економічних факторів. Іншими словами, це сукупність торгівельної марки та продукту зі всіма його характеристиками, забарвлена емоціями, яка виникає в свідомості покупця за час існування продукту. Правильно створений і фахово керований, чітко визначений бренд є запорукою успіху, особливо на сучасному конкурентному ринку медичних послуг. Брендинг ЗОЗ направлений на створення позитивного іміджу, який він демонструє своїм пацієнтам та підсвідомо впливає їх на ставлення, переконання та поведінку щодо нього та медичних послуг.

Процес управління брендингом ЗОЗ є складним багатокомпонентним маркетинговим механізмом, який має різні моделі та стратегії. Ключовими елементами в цьому процесі є медичний персонал та медичні послуги, які у сукупності з набором якостей та атрибутів здатні сформувати позитивний імідж у різних суспільних групах та привести до бажаного успіху.

Створення нового логотипу нашого інституту є першим досвідом брендингу, три літери з першого погляду створюють в свідомості пацієнта ряд асоціацій з певними очікуваними вигодами та цінностями, які він бажає отримати при зверненні саме до нашого закладу. Це надихає колектив закладу для подальшого розвитку та застосування брендингу, як інструменту, який необхідний для сучасного управління ЗОЗ.

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. Kawauche T.M. Medicina e Educacao no Seculo XVIII Rousseau inventor de Emilio. Educação e Filosofia. 2018;32(65):665-694. DOI: <http://dx.doi.org/10.14393/REVEDFIL.issn.0102-6801.v32n65a2018-18>.
- Kawauche T.M. Medicine and Education in the 18th Century: Rousseau, inventor of Émile. Educação e Filosofia. 2018;32(65):665-694. DOI: <http://dx.doi.org/10.14393/REVEDFIL.issn.0102-6801.v32n65a2018-18> [in Portuguese].

2. Delbecq AL, Van AH, Gustafson DH. Group techniques program planning : a guide to nominal group and Delphi processes. Scott: Foresman; 1975.
3. Emovon I. Ship System Maintenance Strategy Selection Based on DELPHI-AHP-TOPSIS Methodology. World Journal of Engineering and Technology. 2016;4(2):252-260. DOI: 10.4236/wjet.2016.42024.
4. Гайко ГВ. Державна установа «Інститут травматології та ортопедії НАМН України» – творчий шлях у сто років. Київ; 2019. 376 с.
Haiko GV. State institution «Institute of traumatology and orthopedics NAMS of Ukraine» – a hundred-year creative path. Kyiv; 2019. 376 p. [in Ukraine].
5. Brand naming: Thinking differently [Internet]. Andrew Taggart, Ph.D. 2011 [cited 2025 Jul 29]. Available from: <https://andrewjtaggart.com/2011/12/14/brand-naming-thinking-differently/>
6. Jara M. Retail Brand Equity: Measurements through Brand Policy and Store Formats. American Journal of Industrial and Business Management. 2018;8:3. DOI: 10.4236/ajibm.2018.83038.A.
7. Aaker D. Managing Brand Equity: Capitalizing on the Value of a Brand Name. New York: The Free Press; 1991. 299 p.
8. Keller KL. Conceptualizing, Measuring, and Managing Customer-Based Brand Equity. Journal of Marketing. 1993 Jan;57(1):1–22.
9. Барна НВ, Уланова СІ. Естетика іміджмейкінгу. Київ: Слово; 2012. 176 с.
Barna NV, Ulanov SI. Imidgmaking estetics. Kyiv: Slovo; 2012. 176 p. [in Ukrainian].
10. Небилиця ОА. Особливості формування іміджу медичних закладів. Науковий вісник Херсонського державного університету. 2014;8(2):110-113.
Nebylytsia OA. Features of forming the image of medical institutions. Naukovyi visnyk Hersons'kogo derghavnogo universytetu. 2014;8(2):110-113. [in Ukrainian].
11. James K Elrod , John L Fortenberry Jr Driving brand equity in health services organizations: the need for an expanded view of branding. BMC Health Serv Res. 2018;18(3):924. doi: 10.1186/s12913-018-3679-4.
12. Rupp MT. Branding a college of pharmacy. Am J Pharm Educ. 2012; 12;76(9):166. doi: 10.5688/ajpe769166.

Branding of the State Institution «Institute of Traumatology and Orthopedics of NAMS of Ukraine»

Poliachenko Yu.V.¹, Turchyn O.A.¹✉, Bezublyi A.A.¹, Haiko O.G.¹

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

Summary. Objective. *This work aims to highlight general aspects of healthcare facility branding and to announce the creation of a new logo for the SI «Institute of Traumatology and Orthopedics of NAMS of Ukraine.» To define and coordinate the key features of our institution's brand image, the nominal group technique was applied, which is a structured process of group problem-solving and decision-making. A competition was announced to develop the new logo, after which all previous names of the institution were reviewed. As a result, three letters — I, T, O — remained consistent in nearly all versions. The prototype for the new logo was inspired by the well-known and successful iPhone logo. The new logo is the inscription «iTO» with gray color accents. This is our institute's first experience in branding. These three letters, at first glance, evoke in patients a range of associations with certain expected benefits and values they hope to receive by choosing our institution.*

Keywords: *branding; healthcare facility branding; brand image; logo.*

Травматичні ушкодження кісток верхньої кінцівки у цивільних постраждалих від сучасних бойових дій

Деркач Р.В.¹✉, Євлантьєва Т.А.¹

Резюме: Вступ: Зростання кількості терористичних атак та військових конфліктів, спрямованих проти цивільних, стало унікальним викликом для медичних працівників у всьому світі. **Мета дослідження:** Визначити клініко-нозологічну структуру ушкоджень верхньої кінцівки серед цивільних постраждалих від сучасних бойових дій. **Матеріали і методи:** Для виконання нашої роботи ми проаналізували травматичні ушкодження кісток скелета у 137 цивільних пацієнтів, що отримали ушкодження від сучасних бойових дій в Україні та лікувались у закладах охорони здоров'я прифронтової зони у період 2014-2023 роки. **Результати та їх обговорення:** Під час повномасштабного вторгнення у 2022 році виникла зміна у розподілі травми верхньої кінцівки серед цивільних постраждалих від сучасних бойових дій. Найбільший ріст зафіксований серед пацієнтів з ушкодженнями кисті. Кількість таких поранень виросла у 7,7 разів у порівнянні з довоєнним періодом. Також значне зростання продемонстрували пацієнти з переломами лопатки. Якщо під час ООС ця травма зустрічалась у 1,5% постраждалих, то за час повномасштабної війни їх кількість зросла до 8,7%. Зростання цього типу травм, на нашу думку, є результатом інтенсивнішого впливу мінно-вибухових ушкоджень, якому наразі піддається ширше коло цивільного населення. Так, кількість переломів діафізу передпліччя збільшилась у понад 2,5 рази. Також зростання рівня було відмічено серед пацієнтів з переломами у дистальному відділі передпліччя, однак з нижчим показником у 1,4 рази. Невеликий приріст виявлено і поміж пацієнтами з переломами ключиці. **Висновки:** Аналіз розподілу травм верхньої кінцівки серед цивільних пацієнтів постраждалих від сучасних бойових дій вказав на істотні зрушення, що пов'язані зі змінами у механізмах травмування, інтенсивності бойових дій та переважанням мінно-вибухової травми під час повномасштабного вторгнення.

Ключові слова: цивільні постраждалі, травма, пояс верхньої кінцівки, воєнні дії.

Вступ

Зростання кількості терористичних атак та військових конфліктів, спрямованих проти цивільних, стало унікальним викликом для медичних працівників у всьому світі. Майбутнє збройних конфліктів, ймовірно, буде характеризуватися подовженими ланцюжками евакуації, меншою кількістю хірургів, більш суворими умовами та перебільшеними термінами евакуації поранених, як ми бачимо в Україні [1]. Цивільні хірурги-травматологи нерегулярно спостерігають вибухові травми та можуть мати обмежений досвід роботи з мінно-вибуховою травмою [2]. Попри рідкісність вибухових та балістичних травм у мирний час, у зонах

бойових дій, включно з використанням касетних бомб в Україні, вони стають звичайним явищем[1]. Міські госпіталі стикаються з новими видами поранень під час війни, оскільки вибухові травми характеризуються множинними ушкодженнями, що вражають одразу кілька ділянок тіла з руйнівним ефектом. Найчастіше вони виражені знівеченням кінцівок, тоді як балістичні поранення створюють порожнини в тканинах залежно від швидкості та кінетичної енергії, яку снаряд передає при ударі [3].

Мінно-вибухові поранення, отримані на війні, дуже відрізняються від традиційних вогнепальних поранень. Рани, спричинені снарядами та осколками боеприпасів, що вибухають, виникають унаслідок проникнення уламків у тіло постраждалого, що призводить до катастрофічної шкоди. Godfrey BW et al. (2017) повідомляють, що 30% хірургів

✉ Деркач Р.В., romderkach77@gmail.com

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

США, направлених до Іраку та Афганістану, виконували процедури, яких вони раніше не робили. Автори підкреслюють, що бракує даних, щоб вирішити цю важливу проблему. Згідно з Женевськими конвенціями, жертви серед цивільного населення були доставлені до табору Бастіон, Афганістан. Ця когорта без бронешитів включала поранених із потенційними супутніми захворюваннями та представляла унікальний виклик для хірурга [4]. Негайне хірургічне втручання, проведене місцевому цивільному населенню, постраждалому від конфлікту, та його вплив на хірургічне забезпечення ще не повністю проаналізовано в Україні [5, 3]. Ми сподіваємось, що сучасні дослідження, присвячені аналізу бойових дій в Україні та світі допоможуть сформувати загальний список ключових хірургічних навичок для потенційних хірургів. Цими вміннями повинні володіти, як окремі хірурги, так і хірургічні команди, коли необхідно надавати адекватну спеціалізовану медичну допомогу в умовах вибуху, терористичного акту або у подібній зоні бойових дій.

Мета дослідження: Визначити клініко-нозологічну структуру ушкоджень верхньої кінцівки серед цивільних постраждалих від сучасних бойових дій.

Матеріали і методи

Для виконання нашої роботи ми проаналізували травматичні ушкодження кісток скелета у 137 цивільних пацієнтів, що отримали поранення в умовах сучасних бойових дій в Україні та лікувались у закладах охорони здоров'я прифронтової зони у період 2014-2023 роки. Загальний масив дослідження був поділений на дві групи. До першої групи віднесені 68 постраждалих з травматичними ушкодженнями, отриманими у період 2014-2021 роки, під час АТО/ООС. До другої групи віднесено 69 постраждалих з травматичними ушкодженнями, які отримані в результаті бойових дій, що проведені у період 2022-2024 роки, під час повномасштабного вторгнення росії в Україну. У дослідженні використані нормативно-правові документи, наукові публікації. Дослідження здійснено за допомогою аналітичного (виділення та вивчення окремих елементів досліджуваного явища), бібліосемантичного (аналіз наукових джерел з урахуванням змісту та значення термінів), логічного (встановлення причинно-наслідкових зв'язків та формування висновків) методів, а також методу системного аналізу (вивчення об'єкта дослідження як цілісної системи з взаємопов'язаними елементами). Для класифікації ушкоджень верх-

ньої кінцівки було використано систему АО/ASIF, яка широко застосовується у травматологічних дослідженнях та дозволяє здійснити стандартизоване ранжування переломів за локалізацією та ступенем тяжкості.

Статистична обробка проводилась за допомогою непараметричної методології. Враховуючи чисельність ознак, що аналізуються, та необхідність забезпечення одноманітності результативних показників, для здійснення коректного порівняльного аналізу нами було обрано методику обрахування та оцінки коефіцієнта поліхоричного показника зв'язку, реалізовану в програмі IBM SPSS Statistics 9.0. Матеріали дослідження розглянуто і схвалено локальним комітетом із біоетики ДУ «Інститут травматології та ортопедії НАМН України», м. Київ, Україна. Дослідження виконано відповідно до принципів Гельсінської Декларації. Протокол дослідження ухвалений Локальним етичним комітетом установи №4 від 16.06.2025р. На проведення досліджень було отримано поінформовану згоду пацієнтів.

Результати та їх обговорення

Ушкодження поясу верхньої кінцівки ми ранжували за допомогою загальноновизнаної класифікації переломів АО/ASIF, що широко використовується у травматологічних дослідженнях. До ушкоджень поясу верхньої кінцівки віднесені згідно класифікації АО/ASIF:

1. Ушкодження ключиці 15 А, В, С;
2. Ушкодження лопатки 14 А, В, С;
3. Ушкодження проксимального відділу плеча 11 А, В, С;
4. Ушкодження діафізу плеча 12 А, В, С;
5. Ушкодження дистального відділу плеча 13 А, В, С;
6. Ушкодження проксимального відділу кісток передпліччя 21 А, В, С;
7. Ушкодження діафізу передпліччя 22 А, В, С;
8. Ушкодження дистального відділу передпліччя 23 А, В, С;
9. Ушкодження кисті 7 А, В, С.

Нами був проведений аналіз ушкоджень поясу верхньої кінцівки серед пацієнтів першої групи. Переломи типу А були виявлені у 48 пацієнтів першої групи, що становило 70,1% групи, переломи типу В у 13 пацієнтів, що становило 19,1% групи, і переломи типу С – у 7 пацієнтів, що становило 10,8% випадків. Результати аналізу ушкоджень поясу верхньої кінцівки серед пацієнтів першої групи наведено у таблиці 1.

Розподіл травми верхньої кінцівки серед

Таблиця 1

**Аналіз розподілу переломів поясу верхньої кінцівки
по локалізації та ступеню тяжкості (AO/ASIF) у першій групі**

Локалізація перелому	Тип перелому по АО-ASIF						Загалом	
	А		В		С			
	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
Ключиця 15	6	100,0	-	-	-	-	6	8,8
Лопатка 14	-	-	-	-	1	100,0	1	1,5
Проксимальне плече 11	13	65,0	5	25,0	2	10,0	20	29,4
Діафіз плеча 12	8	80,0	1	10,0	1	10,0	10	14,7
Дистальне плече 13	5	62,5	2	25,0	1	12,5	8	11,8
Проксимальне передпліччя 21	6	66,6	1	11,1	2	22,2	9	13,2
Діафіз передпліччя 22	2	66,6	1	33,3	-	-	3	4,4
Дистальне передпліччя 23	7	70,0	3	30,0	-	-	10	14,7
Кисть 7	1	100,0	-	-	-	-	1	1,5
Загалом	48	100,0	13	100,0	7	100,0	68	100,0

постраждалих першої групи мав свої особливості розподілу. Так, у загальному масиві найчастіше виявлялись пацієнти з травмою проксимального відділу плечової кістки, що було виявлено у 29,4% загального масиву. У цієї когорти пацієнтів переважали переломи типу А (65,0%), однак зустрічались пацієнти з переломами типу В (25,0%) та типу С (12,5%). Друге рангове місце – у пацієнтів з переломами дистального відділу передпліччя, що спостерігалось у 14,7% випадків. Більшість з них відповідало типу А (70,0%) і типу В (30,0%), тип С виявлено не було. Рівно стільки ж пацієнтів отримали травму діафізарного відділу плечової кістки, однак розподіл по тяжкості ушкоджень був дещо іншим.

Третє рангове місце займали пацієнти з ушкодженнями у проксимальному відділі передпліччя. Таке ушкодження було виявлено у 13,2% пацієнтів першої групи. У більшості пацієнтів спостерігались переломи типу А (66,6%), типу В (11,1%) та типу С (22,2%). Дещо рідше у першій групі виявлялись пацієнти з ушкодженням 13 за класифікацією

АО/ASIF. Переломи у дистальному відділі плечової кістки були виявлені у 11,8% пацієнтів першої групи. Розподіл по тяжкості ушкодження був таким: тип А – 62,5%, тип В – 25,0% і тип С – 12,5%.

У 8,8% масиву спостереження були виявлені переломи ключиці і саме ці пацієнти займали п'яте рангове місце у розподілі. Всі пацієнти отримали переломи ключиці типу А (100,0%). Ще рідше реєструвались пацієнти з переломами діафізу передпліччя. Дане ушкодження спостерігалось у 4,4% випадків та визначалось у двох третинах типу А і одна третина – типу В. Найрідше виявлялись пацієнти з ушкодженнями лопатки та кисті, які зустрічались у 1,5% пацієнтів першої групи, і займали останнє шосте рангове місце.

Дещо іншим виявився розподіл травми верхньої кінцівки серед пацієнтів другої групи. Результати аналізу ушкоджень поясу верхньої кінцівки серед пацієнтів першої групи наведено у таблиці 2.

У другій групі найчастіше виявлялись пацієнти з переломами у дистальному передпліччі. Дане

Таблиця 2

**Аналіз розподілу переломів поясу верхньої кінцівки по
локалізації та ступеню тяжкості (AO/ASIF) у другій групі**

Локалізація перелому	Тип перелому по АО-ASIF						Загалом	
	А		В		С			
	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
Ключиця 15	3	42,8	3	42,8	1	14,4	7	10,1
Лопатка 14	-	-	3	50,0	3	50,0	6	8,7
Проксимальне плече 11	6	46,1	6	46,1	1	7,8	13	18,8
Діафіз плеча 12	5	100,0	-	-	-	-	5	7,2
Дистальне плече 13	2	40,0	3	60,0	-	-	5	7,2
Проксимальне передпліччя 21	-	-	1	33,3	2	66,6	3	4,3
Діафіз передпліччя 22	7	87,5	1	12,5	-	-	8	11,6
Дистальне передпліччя 23	7	50,0	3	21,4	4	28,6	14	20,1
Кисть 7	5	62,5	1	12,5	2	25,0	8	11,6
Загалом	35	100,0	21	100,0	13	100,0	69	100,0

ушкодження було виявлено у 20,1% пацієнтів другої групи та займало перше рангове місце у розподілі. Варто зауважити, що лише у половини з них спостерігався простий перелом, а у іншій частини – були уламкові та багатоуламкові переломи, що потребували ступінчатою реконструкції. Дещо рідше у другій групі зустрічались пацієнти з переломами у проксимальному відділі плечової кістки. Дане ушкодження виявлялось у 18,8% масиву другої групи. Ранговий розподіл визначив для них друге місце. Прості і ускладнені переломи типу В і С зустрічались у цій когорті майже у однакових пропорціях.

На третьому ранговому місці опинились пацієнти з переломами у діафізарному відділі передпліччя. Такий вид ушкодження верхньої кінцівки спостерігався у 11,6% пацієнтів другої групи. В основному це були ушкодження типу А (87,5%), однак у 12,5% спостерігались переломи типу В. Стільки ж пацієнтів у другій групі отримали ушкодження кисті. Розподіл по тяжкості травми був більш різноманітним і мав такий вигляд: переломи типу А – 62,5%, типу В – 12,5% і типу С – 25,0%. Дещо рідше у другій групі виявлялись пацієнти з переломами ключиці. Ушкодження 15 за класифікацією АО/ASIF спостерігалось у 10,1% пацієнтів другої групи. У більшості пацієнтів цієї когорти спостерігались ушкодження типу В і С.

У 8,7% пацієнтів другої групи було виявлено ушкодження лопатки, що розмістило їх на четвертому ранговому місці. Серед пацієнтів з переломами лопатки відзначені уламкові та багатоуламкові переломи, в той час як, прості переломи виявлені не були. У 7,2% пацієнтів – ушкодження діафізу та дистального відділу плечової кістки. У ранговому розподілі дані пацієнти займали п'яте місце. Різниця між цими двома локалізаціями була у тяжкості ушкоджень. Так, якщо серед пацієнтів з ушкодженнями діафізу плечової кістки у 100,0% виявлялись прості переломи, то серед пацієнтів із переломами дистального відділу переважали уламкові та багатоуламкові переломи типу В і С. Найрідше у другій групі виявлялись ушкодження проксимального відділу передпліччя. Така травма була присутня у 4,3% пацієнтів другої групи, які займали останнє шосте рангове місце у розподілі.

Для визначення вірогідності виявлених показників нами було проведено поліхоричний аналіз за методикою Пірсона. Показник взаємного сполучення ϕ^2 0,4345, поліхоричний показник зв'язку C 0,5503, критерій вірогідності Пірсона χ^2 52,6902. Вказані показники свідчать, що між розподілом пошкоджень у групах спостереження існує прямий, позитивний виражений зв'язок, а вказані положення знаходиться у межах поля вірогідності (χ^2 59,5265 $\geq$ χ^2_{st} 15,5) ($p \leq 0,05$).

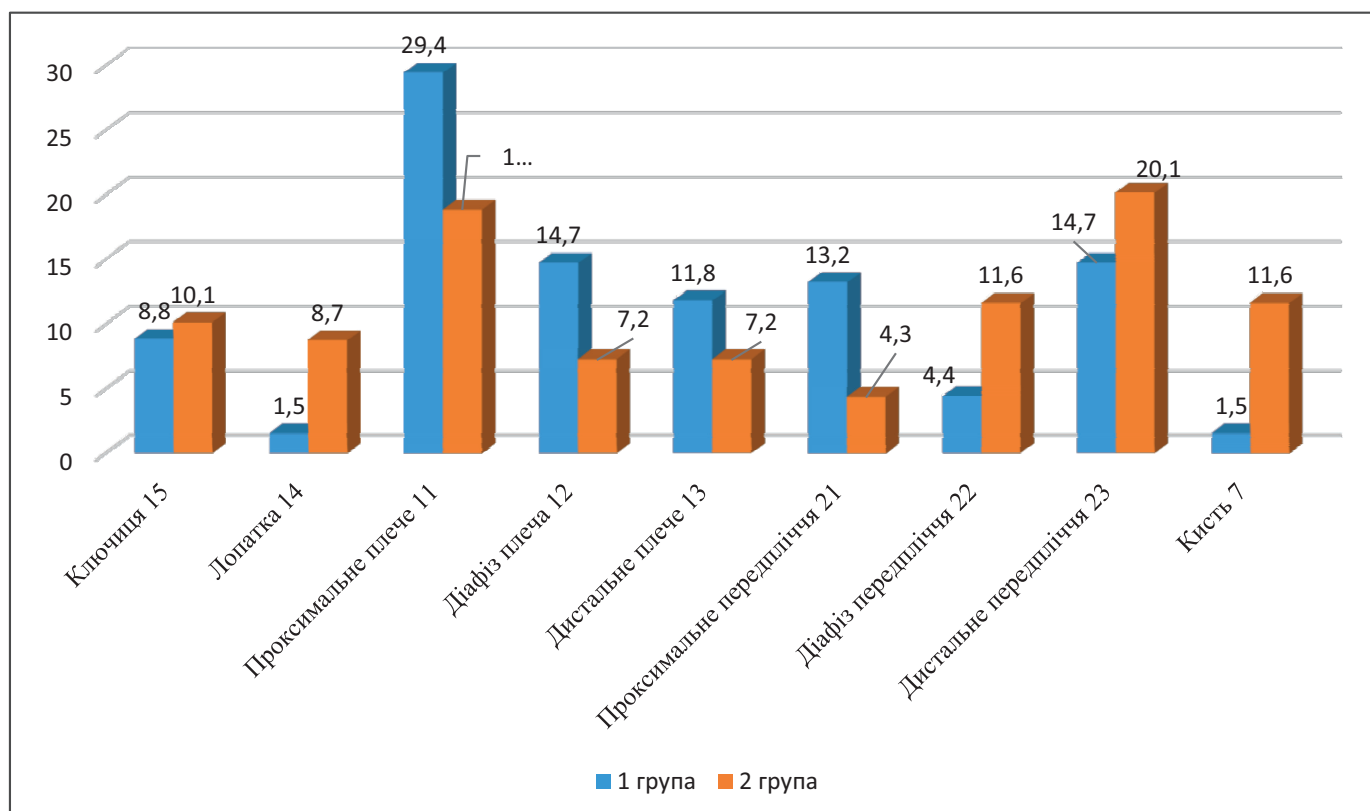


Рис. 1. Порівняльна характеристика розподілу травми поясу верхньої кінцівки серед пацієнтів масиву спостереження.

Результати порівняння результатів розподілу ушкоджень поясу верхньої кінцівки у пацієнтів груп спостереження були наведені на рисунку 1.

Аналіз даних рисунку 1 вказує, що під час повномасштабного вторгнення у 2022 році виникла зміна у розподілі травми поясу верхньої кінцівки серед цивільних постраждалих від сучасних бойових дій. Найбільший ріст був виявлений серед пацієнтів з ушкодженнями кисті. Кількість таких поранених під час війни виросла у 7,7 разів у порівнянні з довоєнним періодом. Також велике зростання продемонстрували пацієнти з переломами лопатки. Якщо під час ООС ця травма зустрічалась у 1,5% постраждалих, то під час військових дій її частота зросла до 8,7%. Зростання цього типу травм, на нашу думку, є результатом інтенсивнішого впливу мінно-вибухових ушкоджень, якому наразі піддається ширше коло цивільного населення. Так, кількість переломів діафізу передпліччя збільшилась у понад 2,5 рази. Також зростання рівня було відмічено серед пацієнтів з переломами у дистальному відділі передпліччя, однак з нижчим показником у 1,4 рази. Невеликий приріст виявлено і поміж пацієнтами з переломами ключиці.

Тенденція до поширення травмувань була характерною не для всіх сегментів поясу верхньої кінцівки під час повномасштабних воєнних дій. Кількість пацієнтів з ушкодженнями деяких сегментів навпаки різко знизилась у період воєнних дій. Так, у цей період значно зменшився рівень ушкоджень проксимального відділу плечової кістки. Якщо до війни його рівень становив 29,4% то під час військових дій – 18,8%. Також удвічі знизився рівень пацієнтів з переломами діафізу плечової кістки, а ушкодження дистального відділу плечової кістки – утричі. Зменшення у 1,6 разів було продемонстровано у відношенні пацієнтів з переломами дистального відділу плеча. Посегментний розподіл також вказав на різновекторні зміни у розподілі травми верхньої кінцівки у постраждалих від сучасних бойових дій. Так, кількість пацієнтів з травмою надпліччя з 10,3% зросла до 18,8% під час повномасштабного вторгнення. У сегменті «плече» навпаки відбулось зменшення рівня ушкоджень: якщо у першій групі їх було 55,9% то у другій групі – 33,2%. У сегменті передпліччя відбулось невелике збільшення у другій групі 32,3% і 36,0.

Висновки

Аналіз розподілу травм поясу верхньої кінцівки серед цивільних пацієнтів постраждалих від сучасних бойових дій вказав на істотні зрушення, що пов'язані зі змінами у механізмах травмування, інтенсивності бойових дій та переважанням мінно-вибухової травми під час повномасштабного вторгнення. Серед основних змін можна відзначити різну структуру травматичних ушкоджень, їх характеристик та типів травмування сегментів поясу верхньої кінцівки серед цивільних пацієнтів постраждалих від сучасних бойових дій у різні періоди війни.

References

1. Лівінський ВГ. Робота цивільних закладів охорони здоров'я в наданні медичної допомоги військовослужбовцям під час АТО/ООС, а також демобілізованим учасникам АТО та внутрішньо переміщеним з тимчасово окупованих територій особам. Український журнал військової медицини. 2020;1(T1):30–9. doi:10.46847/ujmm.2020.1(1)-030.
2. Livinskyi VG. Functioning of civilian health care institutions in providing medical assistance to military personnel during the ATO/JFO, as well as to demobilized participants and internally displaced persons from temporarily occupied territories. Ukrainian Journal of Military Medicine. 2020;1(T1):30–9. [in Ukrainian]
3. Bektas YE, Ozmanevra R, Polat B, Kabay M, Demirkiran ND. Orthopedic treatment, complications, and cost analysis of 67 soldiers injured in a three-month period. Jt Dis Relat Surg. 2020;31(1):102–8. doi:10.5606/ehc.2020.71808.
4. Epstein A, Lim R, Johannigman J, Fox CJ, Inaba K, Vercruyse GA, et al. Putting Medical Boots on the Ground: Lessons from the War in Ukraine and Applications for Future Conflict with Near-Peer Adversaries. J Am Coll Surg. 2023;237(2):364–73. doi:10.1097/XCS.0000000000000707.
5. Godfrey BW, Martin A, Chestovich PJ, Lee GH, Ingalls NK, Saldanha V. Patients with multiple traumatic amputations: An analysis of Operation Enduring Freedom joint theatre trauma registry data. Injury. 2017;48(1):75–9. doi:10.1016/j.injury.2016.08.008.
6. Benov A, Gelikas S, Fink N, Glassberg E. Military medical research in the IDF: an array of fields and interests. Isr Med Assoc J. 2022;24(9):557–558.

Traumatic Injuries of the Upper Extremities in Civilian Victims of Modern Combat Actions

Derkach R.V.¹✉, Yevlantieva T.A.¹

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

Summary. Introduction. The increasing number of terrorist attacks and military conflicts targeting civilians has posed a unique challenge to healthcare professionals worldwide. **Objective.** This study aimed to determine the clinical and nosological structure of upper extremity girdle injuries among civilian victims of modern armed conflicts. **Materials and Methods.** To carry out our study, we analyzed traumatic injuries to the skeletal bones in 137 civilian patients injured during modern hostilities in Ukraine who were treated in healthcare facilities located in the frontline zone between 2014 and 2023. **Results and Discussion.** During the full-scale invasion in 2022, a shift was observed in the distribution of upper extremity girdle injuries among civilian victims of modern warfare. The most significant increase was found in patients with hand injuries — their number rose by 7.7 times compared to the pre-war period. A notable increase was also recorded in patients with scapular fractures: while this injury was observed in 1.5% of victims during earlier conflicts, its incidence rose to 8.7% during the full-scale war. In our opinion, this increase resulted from a greater number of mine-explosive injuries affecting a broader segment of the civilian population. The incidence of forearm diaphysis fractures rose more than 2.5 times. An increase was also noted in patients with fractures of the distal forearm, although at a lower rate of 1.4 times. A slight increase was also observed in patients with clavicle fractures. **Conclusions.** The analysis of the distribution of upper extremity injuries among civilian patients injured in modern armed conflicts revealed significant shifts associated with changes in injury mechanisms, increased intensity of combat operations, and the prevalence of mine-explosive injury during the full-scale invasion.

Keywords: civilian victims; injury; upper extremity girdle; military actions.

Моделювання роботи м'язів плечового суглобу при відведенні верхньої кінцівки

Кравченко Д.Д.¹, Страфун О.С.¹, Суворов В.Л.¹✉, Карпінська О.Д.², Карпінський М.Ю.²

Резюме. Вступ. При ендопротезуванні плечового суглобу функціонування м'язів плеча не може бути переоцінено. На сьогодні розроблено наступні стратегії збереження м'язів під час ендопротезування: 1) мало-інвазивні доступи, 2) прецизійне позиціонування компонентів ендопротезу, 3) рання мобілізація та післяопераційна реабілітація. **Мета:** оцінити силовий внесок окремих м'язів плечового поясу при відведенні верхньої кінцівки в плечовому суглобі. **Матеріали і методи.** В структуру моделі входять 6 суглобових з'єднань: надплечово-ключичне (*articulatio acromio-clavicularis* - ac), грудинно-ключичне (*articulatio sternoclavicularis* - sc), плечове (*articulatio glenohumeralis* - gh), плечо-ліктьове (*articulatio humeroulnaris* - hu), плечо-променево (*articulatio humeroradialis* - br) та променево-зап'ясткове (*articulatio radiocarpalis* - rc). Розглядали рух верхньої кінцівки при відведенні без навантаження та з вагою 2 кг. **Результати.** Виходячи з аналізу результатів отриманих в роботі, визначено, що з розглянутих м'язів основним відповідальним за відведення верхньої кінцівки, є *m. deltoideus, pars acromial*. Саме ця порція дельтоподібного м'язу розвиває максимальну силу при відведенні руки. Інші м'язи виконують переважно роль стабілізаторів, робота яких направлена на утримання плеча у суглобовій западині. Їх сила направлена в протилежний бік від напрямку руху. Відмітимо, що активність м'язів, які вивчали в даній роботі, була переважно до кута відведення від 30° до 50°, в залежності від функції м'язів при виконанні відведення. Для здійснення подальшого руху вище 50° в роботу залучається лопатка зі своїм м'язовим апаратом. **Висновки.** Максимальну силу при відведенні верхньої кінцівки розвиває *m. deltoideus, pars acromial*. При збільшенні кута відведення більше 30°-50° спостерігається зменшення м'язової сили м'язів ротаторної манжети або їх перехід у «режим підтримки». Отримані результати поглиблюють розуміння біомеханіки м'язів плечового поясу та мають значення для фізіології рухів.

Ключові слова: плечовий суглоб, відведення, м'язи, ізометрична сила, момент сили.

Вступ

Моделювання роботи м'язів плечового суглоба під час відведення верхньої кінцівки є важливим напрямком у біомеханіці, медичній реабілітації, спортивній медицині та ендопротезуванні [1]. Плечовий суглоб — один із найбільш рухливих у людському тілі, і його функціонування залежить від складної взаємодії м'язів, сухожилків та кісткових структур. Розуміння принципів його роботи дозволяє вдосконалювати методи консервативного та хірургічного лікування певної патології пле-

чового суглобу. Одним із найамплітудніших рухів у людському тілі є відведення в плечовому суглобі (від 0 до 180 градусів); такий широкий діапазон руху забезпечує узгоджена робота м'язів плечового поясу, що забезпечують не лише рух, але й стабілізацію плечового суглоба [2]. У центрі цього складного механізму знаходяться дельтоподібний м'яз та м'язи ротаторної манжети плеча, які виконують унікальні, але взаємодоповнюючі функції при відведенні верхньої кінцівки [3].

З точки зору ендопротезування плечового суглобу (анатомічним протезом – TSA або реверсивним протезом – RSA) функціонування вищезгаданих м'язів не може бути переоцінено. Відомо, що при TSA м'язи ротаторної манжети є основним стабілізатором [4]. В той час, як функціонування RSA залежить в першу чергу від роботи

✉ Суворов В.Л., vasil_suvorov@ukr.net

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

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

дельтовидного м'язу (при RSA центр обертання переноситься медіально та дистально, збільшуючи важіль дельтоподібного м'язу, що дозволяє компенсувати відсутність надостьового м'язу [5]). Дослідження показують збільшення активності переднього та середнього пучків дельтовидного м'язу на 30-40% порівняно з анатомічним протезуванням [6]. Підлопатковий м'яз, в свою чергу, грає роль переднього стабілізатора для компонентів ендопротезу; його дисфункція після RSA може спричинити нестабільність протеза [7]. Хоча RSA призначений для пацієнтів із пошкодженнями ротаторної манжети, залишкова функція цих м'язів може покращити кінематику суглоба та зменшити навантаження на компоненти ендопротеза [6].

З урахуванням впливу вищезгаданих м'язів на функціонування ендопротезу було запропоновано певні стратегії збереження м'язів: 1) мінімально-інвазивні доступи [8], 2) прецизійне позиціонування компонентів ендопротезу [9], 3) рання мобілізація та післяопераційна реабілітація [10]. Таким чином, дослідження роботи цих м'язів під час виконання відведення може допомогти краще зрозуміти пікові навантаження на певні м'язи і оптимізувати результати після RSA.

Мета: оцінити силовий внесок окремих м'язів плечового поясу при відведенні верхньої кінцівки в плечовому суглобі для подальшого застосування в клінічній практиці з метою покращення результатів реверсивного ендопротезування плечового суглобу.

Матеріали і методи

Методологічну основу дослідження становить модель DAS3, розроблена в рамках проекту Dynamic Arm Simulator, який було реалізовано за підтримки Національного інституту охорони здоров'я (NIH) у межах дослідницької програми «Контрольована мозком гібридна функціональна електрична стимуляція» під науковим керівництвом професора Роберта Ф. Кірша з Університету Case Western Reserve. Концептуальні засади та математичний апарат моделі детально представлені в науковій публікації Chadwick E. та колег [11].

Розроблена модель характеризується складною біомеханічною структурою, що включає 6 анатомічно визначених суглобових з'єднань:

- Надплечово-ключичний (articulatio acromioclavicularis – ac)
- Грудинно-ключичний (articulatio sternoclavicularis – sc)
- Плечовий (articulatio glenohumeralis – gh)
- Плечо-ліктьовий (articulatio humeroulnaris – hu)

- Плечо-променевиий (articulatio humeroradialis – hr)
- Променево-зап'ясткове (articulatio radiocarpalis – rc)

Загальна кількість м'язових елементів у моделі становить 138 (рис. 1, а).

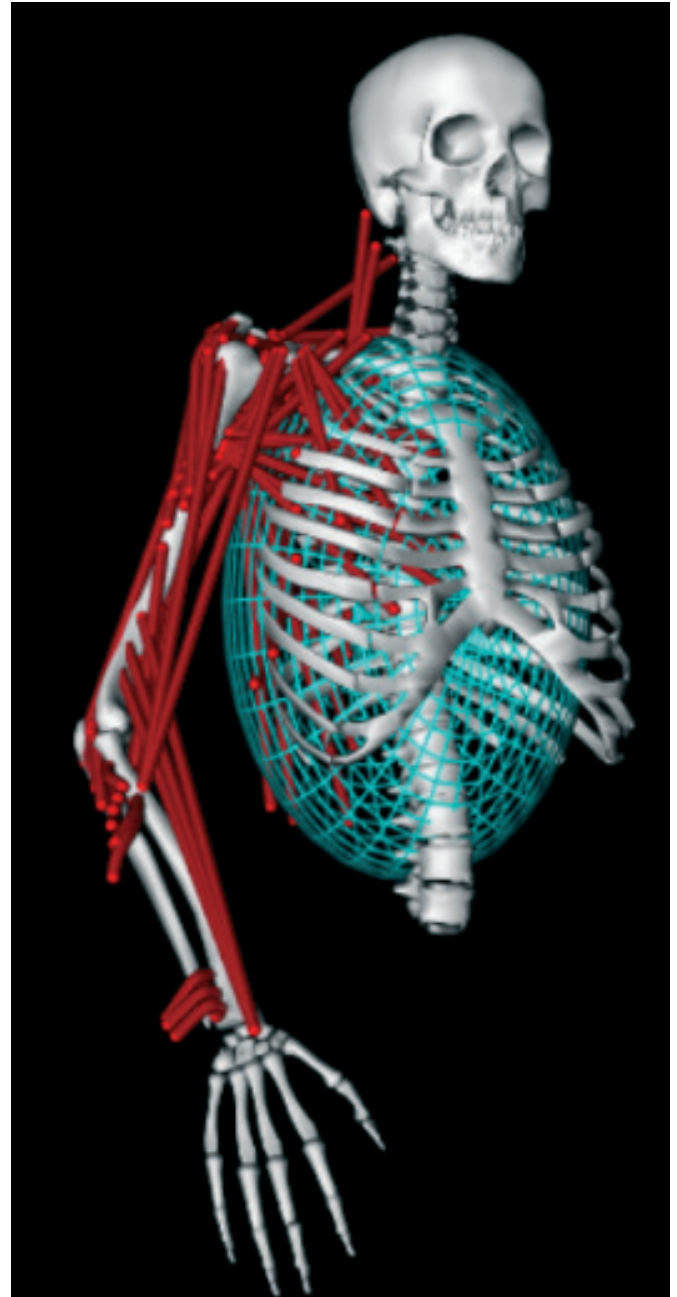


Рис. 1. Зовнішній вигляд моделі верхньої кінцівки з м'язами.

Дослідження відведення верхньої кінцівки передбачало моделювання рухів у плечовому суглобі (GH) за нейтрального положення ротації плечової кістки. Критерієм відведення слугувала зміна кута в GH за віссю Z. Відповідно до особливостей розробленої моделі, діапазон вивчення руху обмежено інтервалом від 0° до 90°.

Експериментальні умови включали два варіанти навантаження: пасивний рух без додаткового навантаження (Passive) та відведення з вантажем 2 кг.

Фактори, що впливають на силу м'язів верхньої кінцівки та плеча.

Фізіологічний поперечний переріз м'яза (ФПП). Силова потужність м'яза безпосередньо корелює з його анатомічною структурою. Фізіологічний поперечний переріз виступає ключовим параметром, який визначає потенціал м'яза генерувати м'язове зусилля. Зокрема, дельтоподібний м'яз завдяки складній архітектонічній будові демонструє високу здатність до створення потужних рухових зусиль при відведенні руки.

Довжина м'язових волокон. Біомеханічна ефективність м'яза залежить від оптимальної довжини м'язових волокон. Максимальна силова продуктивність досягається в момент найбільшого перекриття актинових та міозинових філаментів, що підтверджується класичною моделлю ковзних ниток. У цій точці забезпечується найвища щільність молекулярних взаємодій, які генерують м'язове скорочення.

Кут прикладання м'язової сили. Механічна ефективність м'яза детермінована просторовою орієнтацією його прикріплення до кісткової структури. Зміна кута прикладання спричиняє трансформацію механічного моменту, що безпосередньо впливає на результуючий рух та силову потужність.

Крутний момент у біомеханіці верхньої кінцівки

Крутний момент являє собою фізичну характеристику обертальної дії сили відносно певної точки або осі обертання. У біомеханічній системі верхньої кінцівки це комплексна величина, що виникає внаслідок передачі м'язових зусиль через кісткові важелі до суглобових з'єднань.

Формула крутного моменту

$$M = F \cdot d \cdot \sin(\theta)$$

Де M — крутний момент (Н·м); F — м'язова сила (Н);

d — довжина важеля (відстань від осі обертання);

θ — кут між вектором сили та важелем

Особливості прояву крутного моменту в плечовому суглобі. Динаміка крутного моменту має складну просторову залежність від просторової орієнтації верхньої кінцівки. Максимальні значення досягаються при куті відведення приблизно 90° відносно фронтальної площини тіла, що пов'язано з оптимальною геометрією важеля та кутом прикладання м'язової сили.

Результати

Функціональна роль дельтоподібного м'яза при відведенні руки. Дельтоподібний м'яз (musculus deltoideus) є ключовим м'язом плечового поясу, який забезпечує відведення руки та виконує складні біомеханічні функції. Він складається з трьох функціональних порцій: передня порція (pars clavicularis), середня порція (pars acromialis) та задня порція (pars spinalis).

При відведенні руки **середня порція** дельтоподібного м'яза виконує провідну роботу – створює основну рушійну силу для підняття руки, забезпечує підняття кінцівки до кута 90° відносно тулуба та генерує максимальний крутний момент у площині відведення.

М'яз працює в координації з м'язами ротаторної манжети для стабілізації плечового суглоба.

Дельтоподібний м'яз відповідає за підняття руки в сторону та утримання руки в піднятому положенні, забезпечує просторову орієнтацію верхньої кінцівки.

Ефективність роботи дельтоподібного м'яза залежить від координованої активності всього м'язово-суглобового комплексу плечового поясу [12].

Розглянемо, яку силу необхідно розвивати **порціям дельтоподібного** м'язу для відведення руки в плечовому суглобі. Враховуючи те, що верхня кінцівка має певну вагу, то для її підняття м'яз повинен розвинути силу для його виконання. При підйомі руки з вагою (2 кг), відповідні м'язи повинні розвинути додаткові зусилля.

Розглянемо функцію передньої порції дельтоподібного м'язу при відведенні на 90° без навантаження та з вагою 2 кг (рис. 2, б).

За даними моделювання визначено, що при відведенні руки без ваги, сила передньої порції дельтоподібного м'яза практично не змінюється, її максимум припадає на кут 20° і становить 100 Н. При відведенні кінцівки з вагою 2 кг спостерігаємо збільшення необхідної сили до 180 Н при відведенні на 20°. Далі сила м'яза поступово знижується через те, що подальший рух «перехоплюють» інші м'язи.

Крутний момент при відведенні руки без навантаження (рис. 2, в) також змінюється повільно – від 0 при куті відведення біля 20° до 2 Нм при 90°. Відведення кінцівки з вагою збільшує крутний момент від 0 на тих же 20° до 6 Нм при куті 90°. Зона від'ємних значень крутного моменту показує напрямок руху кінцівки. Тобто анатомічне розташування суглоба в нормі становить 20°. При 0°, тобто коли кінцівка розташована вздовж тулуба, напрямок моменту направлений в іншу сторону від напрямку руху.

Розглянемо функцію акроміальної порції дельтоподібного м'яза (рис. 3). Основна функція цієї порції полягає саме у відведенні кінцівки.

При відведенні без ваги (рис. 3, б) спостерігаємо зону збудження м'яза від 0° до 50°. Більш виражена аналогічна зона збудження при відведенні

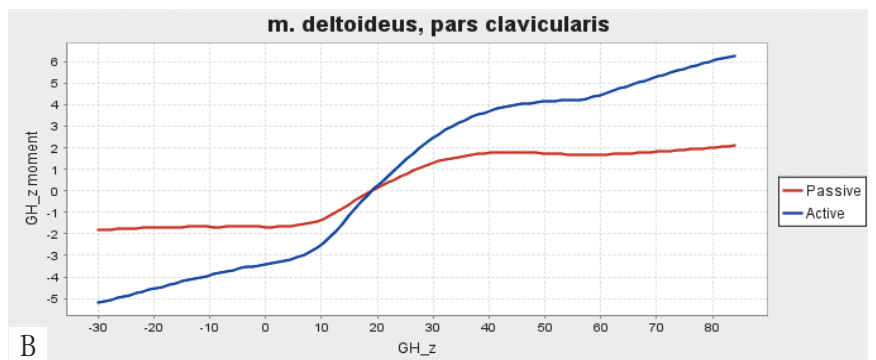
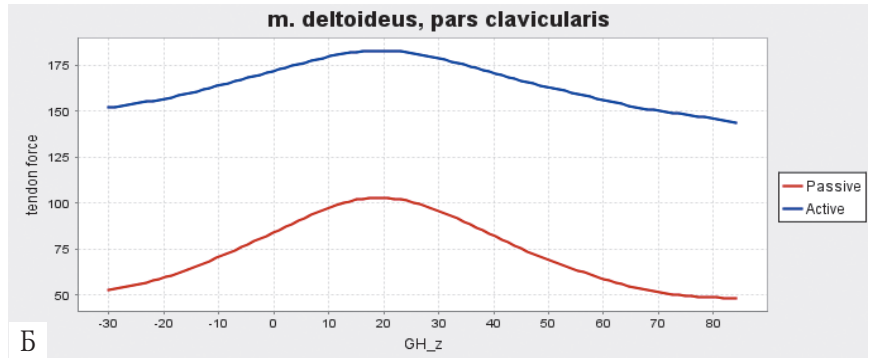
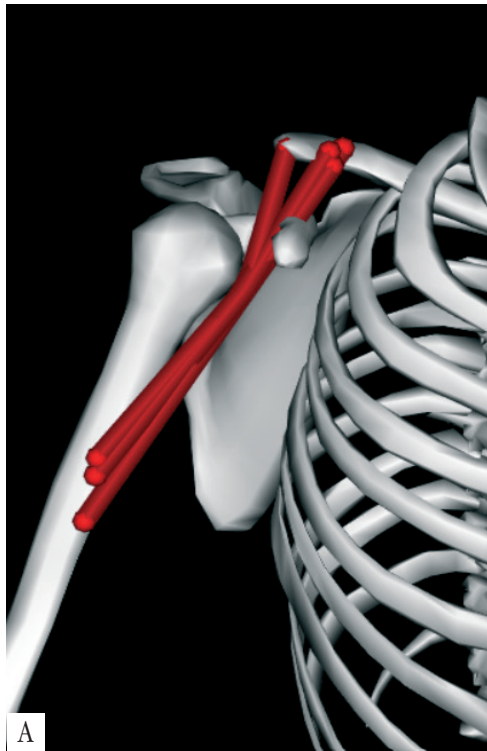


Рис. 2. M. deltoideus, pars clavicularis:

А) Вигляд на моделі. Б) Сила, яку розвиває м'яз. В) Крутний момент, який забезпечує м'яз.

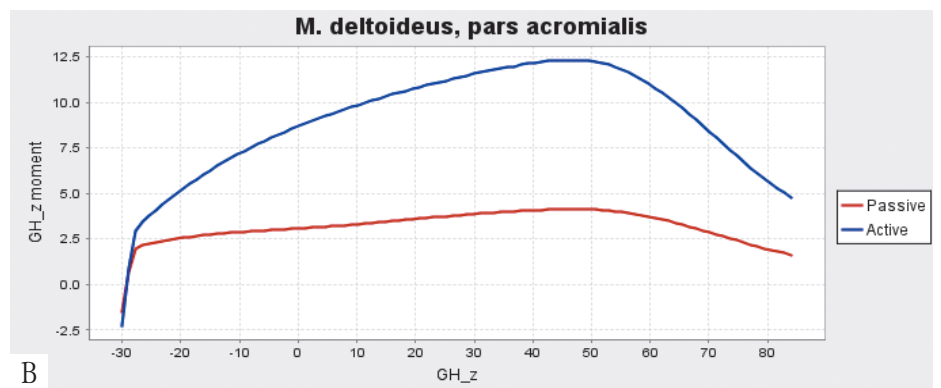
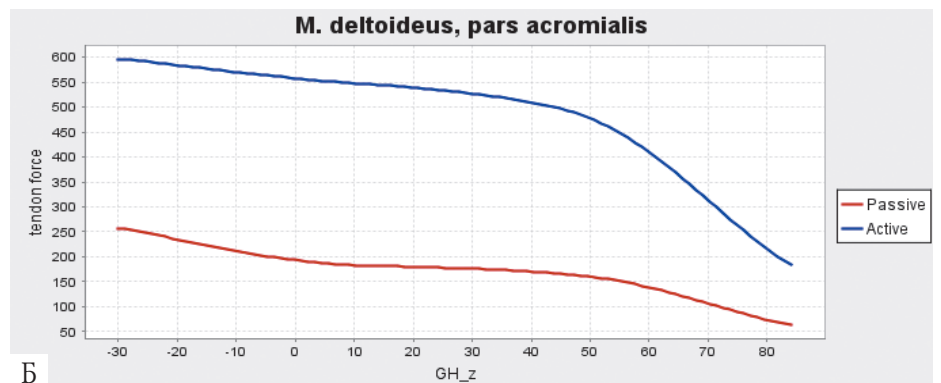
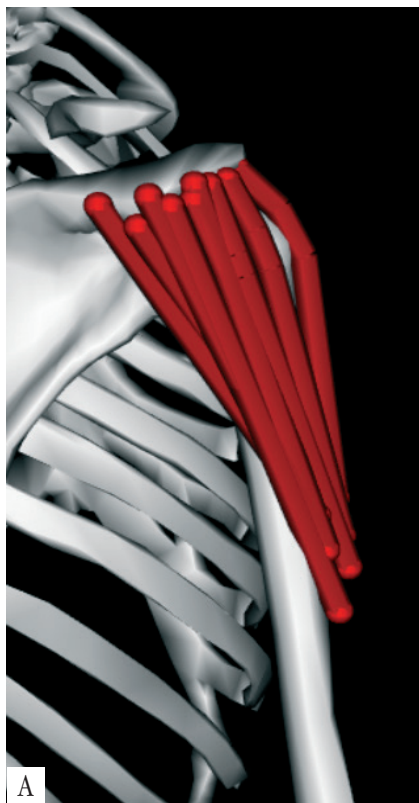


Рис. 3. M. deltoideus, pars acromialis:

А) Вигляд на моделі. Б) Сила, яку розвиває м'яз. В) Крутний момент, який забезпечує м'яз.

руки з вагою. Після відведення на 50° спостерігаємо поступове зниження сили. При розгляді крутного моменту (рис. 3, в), який створює *pars acromialis*, чітко спостерігається його зростання до кута 50° , і значне зменшення при подальшому відведенні кінцівки. Особливо це помітно при відведенні руки з вагою.

Розглянемо функціональність спінальної порції дельтоподібного м'яза (рис. 4).

Графік збудження спінальної порції схожий на графік акроміальної, тобто рівномірний розподіл сили м'яза впродовж майже всього періоду відведення, причому як при рухах без ваги, так і з вагою. При відведенні з вагою спостерігаємо триразове збільшення сили м'яза без виражених піків.

Крутний момент спінальної порції при відведенні без ваги представляє собою графік поступового зростання від -2 Нм (за модулем 2 Нм, направлено в протилежний бік від напрямку руху) до 1 Нм при 90° відведення. При рухах з вагою, інтервал зміни крутного моменту більший – від -7 Нм до 4 Нм. При обох видах досліджуваних рухів, нульовий момент припадає на кут відведення 50° .

Переходимо до розгляду м'язів ротаційної манжети плеча. До неї відносять 4 основних м'язи *m. supraspinatus*, *m. scapularis*, *m. infraspinatus* і *m. teres major*. Основна функція цих м'язів полягає у стабілізації плеча, і при рухах кінцівки, напря-

мок дії сили цих м'язів направлений в протилежну сторону від руху кінцівки.

Розглянемо функцію *m. supraspinatus* (рис. 5). При відведенні руки (рис. 5, б) без навантаження можна спостерігати що сила м'яза зменшується при збільшенні кута відведення. Це можна пояснити тим, що відведення руки призводить до зменшення довжини м'яза. При куті від 10° до 60° спостерігаємо відносно постійний рівень активності м'язу десь у межах від 70 Н до 50 Н, при подальшому відведенні відмічене помітне зниження сили м'язу до 25 Н. При відведенні кінцівки з вагою, спостерігаємо збільшення сили м'язу втричі – до 175 Н на інтервалі від 10° до 50° з подальшим помітним зниженням сили до 100 Н. Графік крутного моменту (рис. 5, в) ідентичний за розвиток сили, тобто момент постійний на інтервалі від 10° до 50° . Відсутність помітних змін сили і крутного моменту *m. supraspinatus* свідчить про те, що м'яз виконує роль стабілізації суглоба при рухах кінцівки і не приймає безпосередньо участі у його забезпеченні, а зниження сили і моменту показує напрямок протилежний розвитку руху.

Функцію *m. subscapularis* при відведенні руки наведено на рис. 6. При відведенні без навантаження спостерігаємо помірне зниження сили м'язів від 140 Н на початку руху до 130 Н при куті 90° . При відведенні руки з вагою можна виділити

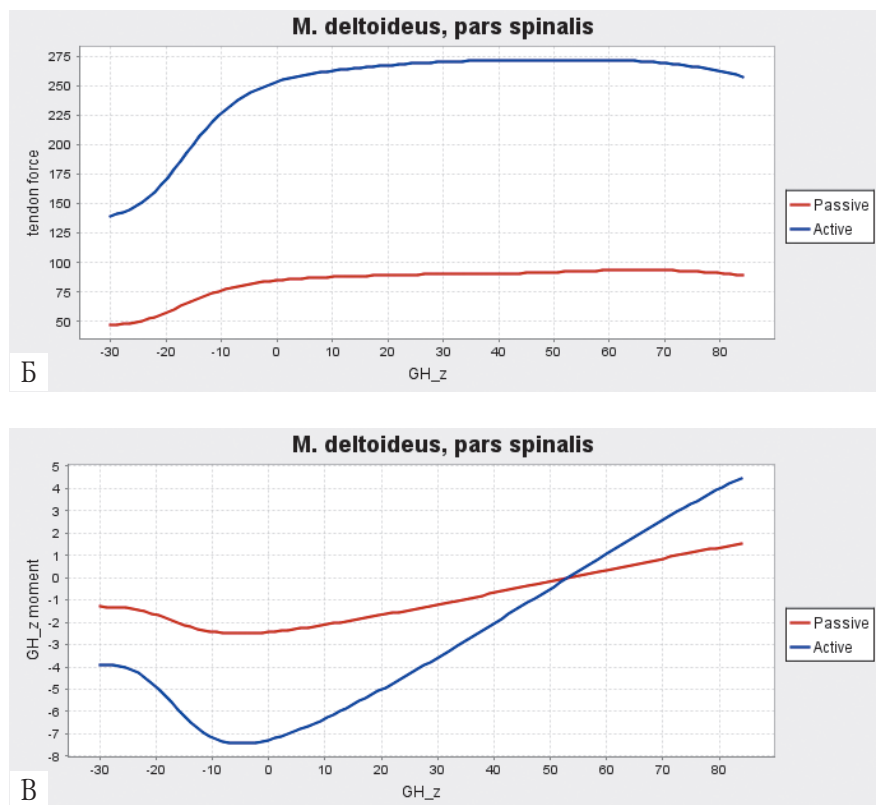
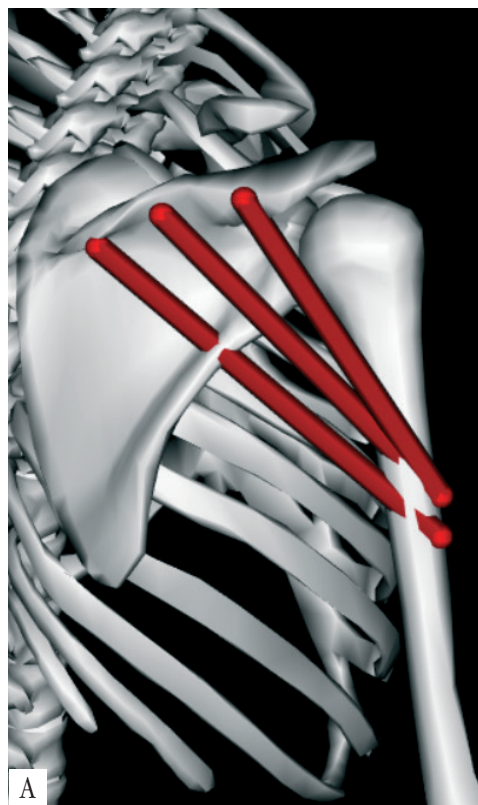


Рис. 4. *M. deltoideus, pars spinalis*

А) Вигляд на моделі. Б) Сила, яку розвиває м'яз. В) Крутний момент, який забезпечує м'яз.

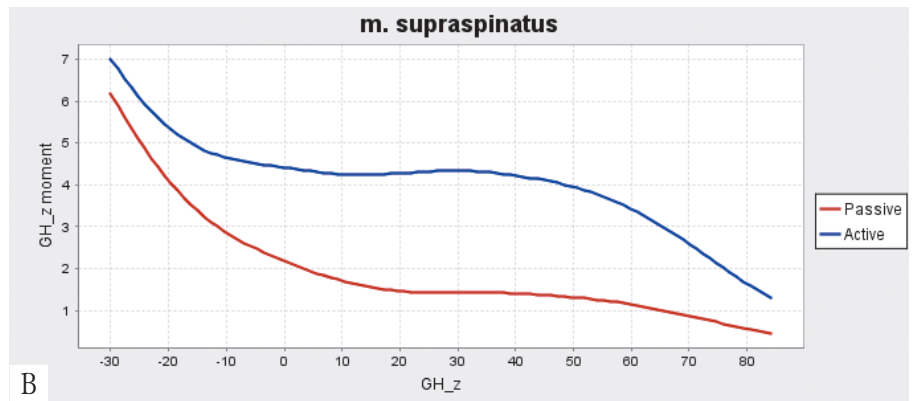
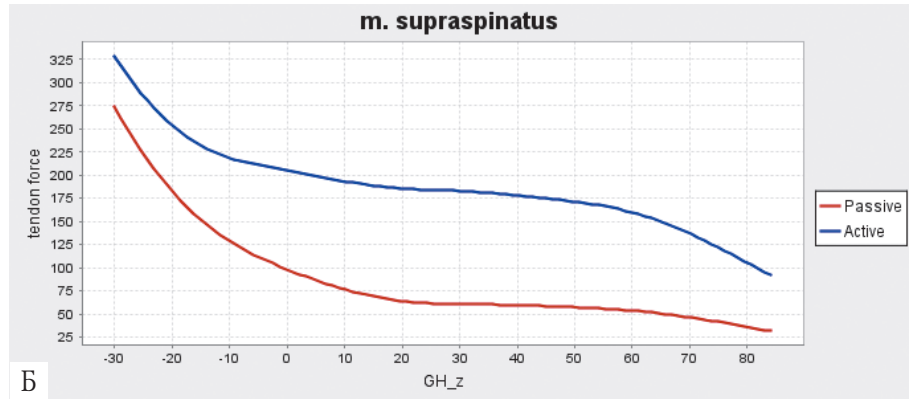
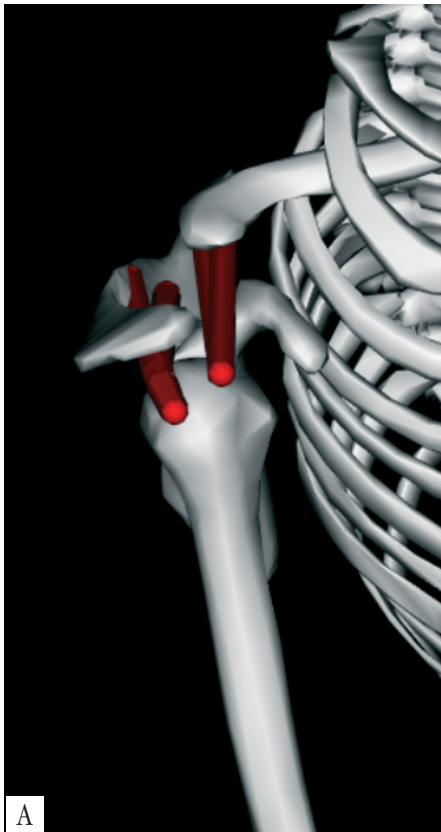


Рис. 5. M. supraspinatus:

А) Вигляд на моделі. Б) Сила, яку розвиває м'яз. В) Крутний момент, який забезпечує м'яз.

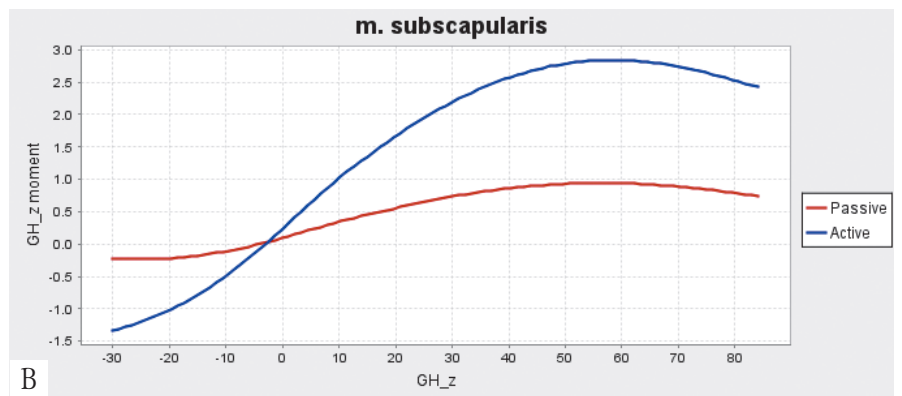
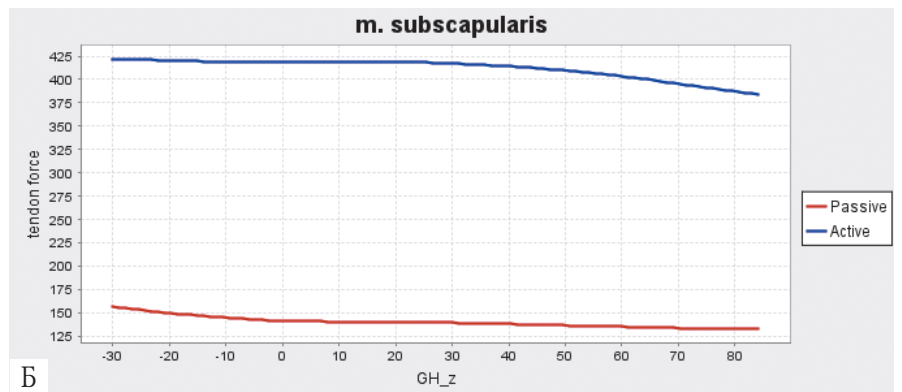
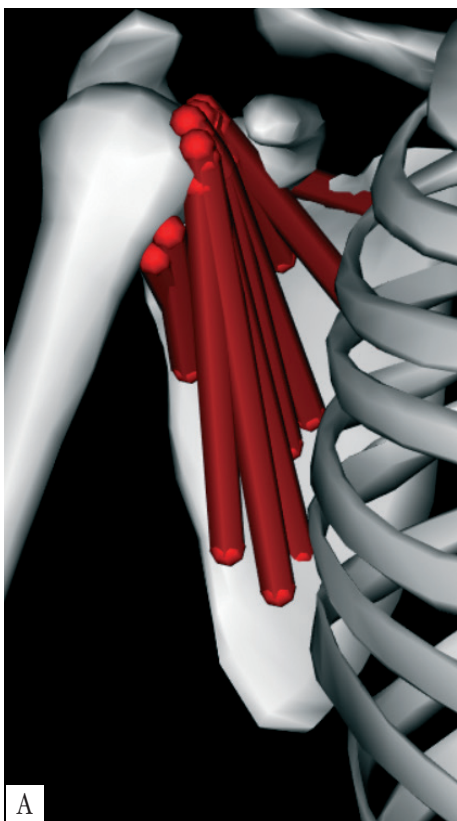


Рис. 6. M. subscapularis:

А) Вигляд на моделі. Б) Сила, яку розвиває м'яз. В) Крутний момент, який забезпечує м'яз.

зону стабільного збудження від 0° до 40° на рівні 420 Н з поступовим зниженням сили при подальшому русі кінцівки (рис. 6, б).

При відведенні руки без ваги графік крутного моменту (рис. 6, в) має незначне зростання на відрізку від 0° до 50° з 0 Нм до 1 Нм з подальшим зниженням до 0,5 Нм при куті 90° . При відведенні з вагою, м'яз відповідно збільшує крутний момент суглоба від 0 Нм на початку руху до 3 Нм при куті відведення 55° та подальшим зниженням, відповідно зниженню сили.

Розглянемо функціональність *m. supraspinatus* (рис. 7). Відмітимо, що цей м'яз стабілізує суглоб з боку спини. При розвороті голівки його довжина зменшується, що відображається у зменшенні його сили при відведенні руки (рис. 7, б). При відведенні без ваги сила *m. supraspinatus* змінюється від 130 Н на початку руху до 30 Н при 90° . При рухах з вагою сила м'яза збільшується, але падіння сили більш виражене – від 370 Н на початку руху до 100 Н при повному відведенні.

Крутний момент суглоба, який забезпечує *m. supraspinatus* при відведенні руки без ваги представляє собою помірний графік з піком до

2,0 Нм на куті 30° , у той же час крутний момент при відведенні з вагою показує значне збільшення до 5,6 Нм також при куті 30° з подальшим вираженим падінням до 1,5 Нм.

Останній м'яз ротаторної манжети – *m. teres minor* (рис. 8). Він стабілізує суглоб знизу тому активний впродовж всього періоду відведення руки. Сила м'яза при відведенні без ваги виходить на свій максимум 50 Н десь при куті від 20° до 30° і залишається постійною до кінця руху. При підйомі з вагою сила м'яза збільшується до 140 Н при куті 30° і також залишається постійною впродовж всього руху кінцівки (рис. 8, б).

Аналіз крутного моменту (рис. 8, в) показав, що *m. teres minor* при відведенні руки без ваги мало змінюється – від – 0,5 Нм на початку руху до 0,5 Нм в кінці. При відведенні з вагою, крутний момент більш виражений і змінюється від – 1,3 Нм до 1,25 Нм, як вже пояснювали. Від'ємне значення моменту показує напрямок дії сили, тобто в даному випадку момент направлений в протилежний бік від напрямку руху (відведення).

Дані про величини сили м'язів в залежності від кута згинання плеча наведені в табл. 1.

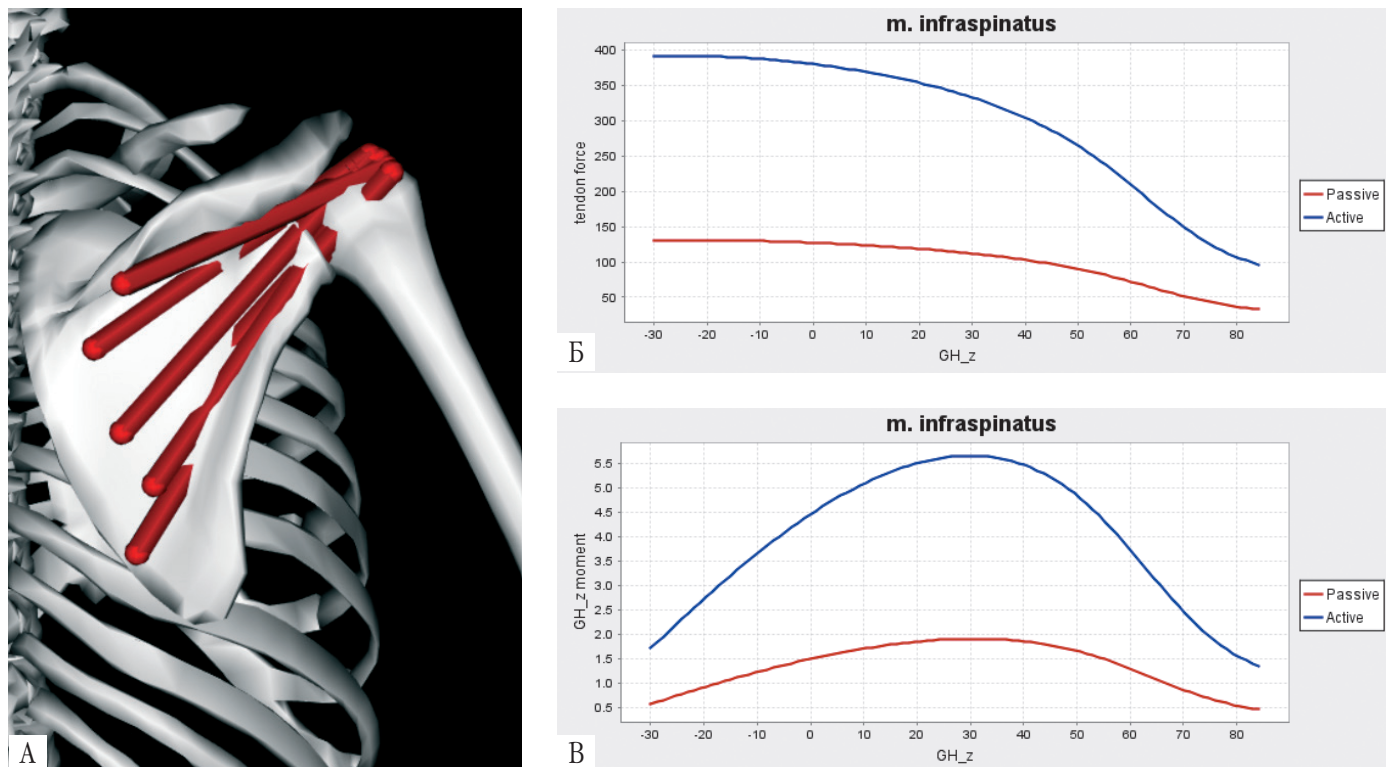


Рис. 7. *M. infraspinatus*:

А) Вигляд на моделі. Б) Сила, яку розвиває м'яз. В) Крутний момент, який забезпечує м'яз.



Рис. 8. М. teres minor:

А) Вигляд на моделі. Б) Сила, яку розвиває м'яз. В) Крутний момент, який забезпечує м'яз.

Таблиця 1.

Величина сили м'язів в залежності від кута відведення плеча

М'язи		Навантаження	Сила, Н						
			Кут згинання						
			0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°
deltoides	pars clavicularis	Немає	83,9	101,8	95,8	73,9	58,9	49,8	48,0
		20 Н	171,8	182,2	178,7	165,8	156,2	148,1	143,5
	pars acromialis	Немає	193,5	181,2	176,1	166,4	138,7	89,9	62,0
		20 Н	557,7	543,5	526,9	496,9	410,6	263,9	184,0
	pars spinalis	Немає	84,7	88,6	90,3	91,1	93,4	92,7	89,1
		20 Н	253,1	265,2	270,4	271,6	271,8	266,6	257,7
Rotator cuff	supraspinatus	Немає	98,5	68,7	61,1	58,4	53,5	41,4	31,5
		20 Н	204,8	188,8	183,0	174,9	159,7	121,1	92,1
	subscapularis	Немає	141,9	140,6	139,8	137,7	135,6	133,4	132,9
		20 Н	418,2	418,8	417,2	412,0	403,5	391,3	384,1
	infraspinatus	Немає	127,3	121,3	111,9	97,1	72,1	43,1	32,8
		20 Н	380,0	361,7	332,5	286,3	209,2	125,3	96,4
	teres minor	Немає	44,3	46,3	47,2	47,5	47,3	46,8	46,4
		20 Н	132,1	138,4	141,2	142,1	141,7	140,3	138,9

В таблиці 2 наведені дані величини крутних моментів в залежності від кута відведення плеча.

Таблиця 2.

Величина крутних моментів в залежності від кута відведення плеча

М'язи		Навантаження	Момент сили, Нм						
			Кут згинання						
			0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°
deltoides	pars clavicularis	Немає	-1,7	0,6	1,3	1,8	1,7	1,9	2,1
		20 Н	-3,4	-1,2	2,4	4,0	4,5	5,7	6,3
	pars acromialis	Немає	3,1	3,4	3,9	4,1	3,7	2,4	1,6
		20 Н	8,7	10,3	11,6	12,3	11,0	7,1	4,8
	pars spinalis	Немає	-2,4	-1,9	-1,2	-0,4	0,3	1,1	1,5
		20 Н	-7,3	-5,7	-3,6	-1,3	1,0	3,3	4,5
Rotator cuff	supraspinatus	Немає	2,2	1,6	1,4	1,4	1,2	0,7	0,4
		20 Н	4,4	4,3	4,3	4,1	3,4	2,1	1,3
	subscapularis	Немає	0,1	0,5	0,7	0,9	0,9	0,8	0,7
		20 Н	0,2	1,4	2,2	2,7	2,8	2,6	2,4
	infraspinatus	Немає	1,5	1,8	1,9	1,8	1,3	0,7	0,4
		20 Н	4,4	5,3	5,6	5,2	3,7	1,9	1,3
	teres minor	Немає	-0,5	-0,3	-0,2	0	0,1	0,3	0,4
		20 Н	-1,4	-1,0	-0,6	-0,1	0,4	0,9	1,2

Обговорення

Виходячи з аналізу результатів отриманих у роботі визначено, що з розглянутих м'язів основним відповідальним за відведення верхньої кінцівки, є *m. deltoideus, pars acromialis*. Саме ця порція дельтоподібного м'язу розвиває максимальну силу при відведенні руки. Інші м'язи виконують переважно роль стабілізаторів, робота яких направлена на утримання плеча у суглобовій западині. Їх сила направлена в протилежний бік від напрямку руху. Відмітимо, що активність м'язів, які досліджували в даній роботі, була переважно до кута відведення від 30° до 50°, в залежності від функції м'язів при виконанні даної амплітуди рухів. Для здійснення подальшого руху вище 30° в роботу залучається лопатка зі своїм м'язовим апаратом. Саме при куті відведення у 30°-50° спостерігаємо або зменшення сили м'язів, або перехід у режим підтримки (*m. subscapularis* та *m. teres minor*).

Висновки

За результатами проведеного дослідження м'язів плеча при відведенні від 0 до 90° встановлено наступні ключові положення:

1. Провідну роль у відведенні верхньої кінцівки виконує *m. deltoideus, pars acromialis*, який розвиває максимальну силу під час руху.
2. М'язи ротаторної манжети виступають пере-

важно стабілізаторами, забезпечуючи утримання плеча в суглобовій западині. Їхня м'язова активність спрямована протилежно до напрямку руху.

3. Найбільша активність досліджених м'язів припадає на кут відведення від 30° до 50°. При куті 30°-50° спостерігається або зменшення м'язової сили, або перехід м'язів (зокрема, *m. subscapularis* та *m. teres minor*) у режим підтримки.

4. Для здійснення руху вище 30° у роботу додатково залучається лопатковий м'язовий апарат.

Отримані результати поглиблюють розуміння біомеханіки м'язів плечового поясу та мають значення для фізіології рухів.

References

1. Bergmann G, Graichen F, Bender A, Rohlmann A, Halder A, Beier A, et al. In vivo gleno-humeral joint loads during forward flexion and abduction. *Journal of Biomechanics*. 2011 May 1;44(8):1543–52. doi: 10.1016/j.jbiomech.2011.02.142.
2. Gutiérrez S, Comiskey CA, Luo ZP, Pupello DR, Frankle MA. Range of Impingement-Free Abduction and Adduction Deficit After Reverse Shoulder Arthroplasty. *The Journal of Bone and Joint Surgery-American Volume*. 2008 Dec;90(12):2606–15. doi: 10.2106/JBJS.H.00012.
3. Wu J, Bordon B. Anatomy, Shoulder and Upper Limb, Scapulohumeral Muscle [Internet]. PubMed. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2020. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK546633/>
4. Edwards TB, Kadakia NR, Boulahia A, Kempf JF, Boileau P, Némot C, et al. A comparison of hemiarthroplasty and total shoulder arthroplasty in the treatment of primary glenohumeral osteoarthritis: results of a multicenter study. *Journal*

of Shoulder and Elbow Surgery. 2003 May;12(3):207–13. doi: 10.1016/s1058-2746(02)86804-5.

5. Gutiérrez S, Levy JC, Frankle MA, Cuff D, Keller TS, Pupello DR, et al. Evaluation of abduction range of motion and avoidance of inferior scapular impingement in a reverse shoulder model. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 2008 Jul;17(4):608–15. doi: 10.1016/j.jse.2007.11.010.

6. Ackland DC, Roshan-Zamir S, Richardson M, Pandy MG. Muscle and joint-contact loading at the glenohumeral joint after reverse total shoulder arthroplasty. *Journal of Orthopaedic Research*. 2011 May 12;29(12):1850–8. doi: 10.1002/jor.21437.

7. Berliner JL, Regalado-Magdos A, Ma CB, Feeley BT. Biomechanics of reverse total shoulder arthroplasty. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 2015 Jan;24(1):150–60. doi: 10.1016/j.jse.2014.08.003.

8. Lädermann A, Walch G, Lubbeke A, Drake GN, Melis B, Bacle G, et al. Influence of arm lengthening in reverse shoulder arthroplasty. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 2012 Mar;21(3):336–41. doi: 10.1016/j.jse.2011.04.020.

9. Roche CP, Diep P, Hamilton M, Crosby LA, Flurin PH, Wright TW, et al. Impact of inferior glenoid tilt, humeral retroversion, bone grafting, and design parameters on muscle length and deltoid wrapping in reverse shoulder arthroplasty. *Bulletin of the Hospital for Joint Disease* (2013) [Internet]. 2013;71(4):284–93. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24344621/>

10. Berhouet J, Garaud P, Favard L. Evaluation of the role of glenosphere design and humeral component retroversion in avoiding scapular notching during reverse shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg*. 2014 Feb;23(2):151–8. doi: 10.1016/j.jse.2013.05.009.

11. Chadwick EK, Blana D, Kirsch RF, van den Bogert AJ. Real-time simulation of three-dimensional shoulder girdle and arm dynamics. *IEEE Trans Biomed Eng*. 2014 Jul;61(7):1947–56. doi: 10.1109/TBME.2014.2309727.

12. Moser T, Lecours J, Michaud J, Bureau NJ, Guillin R, Cardinal É. The deltoid, a forgotten muscle of the shoulder. *Skeletal Radiol*. 2013 Oct;42(10):1361–75. doi: 10.1007/s00256-013-1667-7.

Modeling the Function of Shoulder Joint Muscles During the Abduction of the Upper Limb

Kravchenko D.D.¹, Strafun O.S.¹, Suvorov V.L.¹✉, Karpinska O.D.², Karpinskyi M.Iu.²

¹State Scientific Institution «Center for Innovative Medical Technologies of the NAS of Ukraine», Kyiv, Ukraine

²Sytenko Institute of Spine and Joint Pathology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine, Kharkiv, Ukraine

Summary. Introduction. The functioning of the shoulder muscles during shoulder joint arthroplasty cannot be overestimated. Current strategies for muscle preservation during arthroplasty include: 1) minimally invasive approaches, 2) precise positioning of endoprosthesis components, and 3) early mobilization and postoperative rehabilitation. **Objective.** This study aimed to evaluate the force contribution of individual muscles of the shoulder girdle during upper limb abduction in the shoulder joint. **Materials and Methods.** The model comprises six joints: acromioclavicular (articulatio acromioclavicularis – ac), sternoclavicular (articulatio sternoclavicularis – sc), glenohumeral (articulatio glenohumeralis – gh), humeroulnar (articulatio humeroulnaris – bu), humeroradial (articulatio humeroradialis – hr), and radiocarpal (articulatio radiocarpalis – rc). Force generation during upper limb abduction was assessed both without load and with a 2 kg weight. **Results.** The analysis revealed that the main muscle responsible for the abduction of the upper limb is *m. deltoideus* (acromial part). This portion of the deltoid muscle develops maximal force during the abduction of the arm. Other muscles mainly serve as stabilizers, maintaining the humeral head within the glenoid cavity, with their force directed opposite to the movement. It should be noted that the activity of the muscles studied in this work was most prominent within the abduction range of 30° to 50°, depending on their functional role during the movement. Beyond 50°, the scapula and its associated musculature become actively involved. **Conclusions.** The maximum force during abduction of the upper limb is generated by *m. deltoideus* (acromial part). As the abduction angle increases beyond 30°–50°, there is a decrease in rotator cuff muscle force or a transition to a «support mode.» These findings improve our understanding of the shoulder girdle muscle biomechanics and are significant for movement physiology.

Keywords: shoulder joint; abduction; muscles; isometric force; moment of force.

Ретроспективний аналіз бойової хірургічної травми ділянки ліктьового суглоба

Долгополов О.В.¹, Ворона А.О.^{1✉}

Резюме. Бойові хірургічні травми ліктьового суглоба є актуальною проблемою в умовах сучасної війни, оскільки поєднують пошкодження кісткових структур, нервів і м'яких тканин, що ускладнює їх лікування та реабілітацію. У дослідженні проведено ретроспективний аналіз 30 пацієнтів з вогнепальними ушкодженнями ліктьового суглоба, що лікувались у відділенні Важкої Поліструктурної Травми у 2022–2025 роках. Середній вік пацієнтів становив $35,0 \pm 9,1$ років. При поступленні в стаціонар 20 пацієнтів (69,0%) вже мали апарат зовнішньої фіксації плече-передпліччя. Дефекти виростків плечової кістки діагностовано у 30 пацієнтів: у 12 випадках (40,0%) – кістковий дефект латерального виростка, у 11 (36,7%) – кістковий дефект медіального виростка, у 7 (23,3%) – масивний кістковий дефект виростків. Дефекти м'яких тканин, що потребували закриття клаптями, виявлено у 13 пацієнтів (44,83%). Пошкодження нервових структур виявлено у 18 пацієнтів (62,07%), з яких 12 (41,38%) мали пошкодження ліктьового нерва, 8 (27,59%) – променевого, 4 (13,79%) – одночасне ураження ліктьового та променевого нервів, а у 5 (17,24%) – усіх трьох нервів. Відновлення анатомічних структур та адекватної функції ліктьового суглоба здійснювалося шляхом закриття дефектів м'яких тканин клаптями (випадкові абдомінальні клапті, SCIA), реконструкції виростків плечової кістки аутоотрансплантатами з крила клубової кістки та подальшого реабілітаційно-відновного лікування за міжнародними протоколами. Оцінка функції ліктьового суглоба та ефективності лікування до оперативного лікування та через 2 місяці після реконструкції за шкалою *Liverpool Elbow Score* дозволила визначити ступінь відновлення рухової функції.

Ключові слова. Бойова хірургічна травма; ліктьовий суглоб; дистальний метаепіфіз плечової кістки; дефект м'яких тканин; вогнепальний перелом; реконструктивна хірургія; дефекти м'яких тканин.

Вступ

З 2022 року інтенсивність бойових дій у війні з російськими загарбниками невинно зростає. Бойова хірургічна травма ліктьового суглоба є складною патологією та становить актуальну проблему в сучасній військовій медицині, в тому числі в умовах сучасної російсько-української війни, оскільки вона поєднує пошкодження кісток, нервів, судин та м'яких тканин, що значно ускладнює вибір оптимальної тактики та методів лікування. Пошкодження анатомічної ділянки ліктьового суглоба можуть призвести до значних функціональних його обмежень, ускладнюючи процес реабілітаційно-відновного лікування та повернення до повсякденного життя. За даними

досліджень, під час місії країн НАТО в Афганістані поранення ліктьового суглоба спостерігалися у 17,6% випадків серед усіх поранень суглобів [1]. У ході російсько-української війни на Сході України частка вогнепальних поранень великих суглобів становила 17,1% від усіх поранень, з яких значна частина припадала на ліктьовий суглоб [2]. Збільшення частоти поранень великих суглобів у сучасних конфліктах пов'язане з відсутністю засобів індивідуального захисту та цілеспрямованими діями снайперів, спрямованими на інвалідизацію учасників бойових дій [1]. Під час війни в Іраку та Афганістані 26% поранених мали переломи кінцівок, з яких 50% припадали на верхні кінцівки, включаючи ліктьовий суглоб. Основною причиною травм були вибухові боеприпаси, які становили 75% таких випадків [3]. Вогнепальні переломи в ділянці ліктьового суглоба часто супроводжуються компартмент синдромом, що потребує особливої

✉ Ворона А.О., anatoliy.vorona@gmail.com

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

уваги під час надання медичної допомоги [4]. Відсутність єдиного консенсусу в сучасній військовій медицині щодо ведення таких пацієнтів пов'язана з варіабельністю характеру уражень та їх комбінованими ушкодженнями, а також обмеженими можливостями первинної хірургічної обробки в польових умовах. Зокрема, останніми роками до етіологічних чинників додалися і FPV-дрони, що завдають уламкових поранень з високою кінетичною енергією, створюючи складні комбіновані ураження ліктьового суглоба. Таким чином, лікування бойових хірургічних травм ліктьового суглоба, враховуючи їх значну поширеність та тяжкість, є актуальною проблемою сьогодення, що потребує удосконалення методів профілактики, діагностики та лікування.

Мета. Оцінити ефективність органозберігаючих оперативних втручань при бойовій хірургічній травмі ліктьового суглоба, покращити результати хірургічного лікування бойової травми ліктьового суглоба.

Матеріали і методи

Для встановлення частоти бойової хірургічної травми ліктьового суглоба було проведено ретроспективний аналіз випадків, зафіксованих у відділенні Важкої Поліструктурної Травми ДУ «ІТО НАМН України» за період 2022–2025 років.

У дослідження включалися пацієнти, які мали в анамнезі бойову хірургічну травму ліктьового суглоба та переломи кісток цієї ділянки, що відповідали кодам МКХ-10: S52.0 (перелом надпліччя в ділянці ліктьового відростка), S52.1 (перелом головки та шийки променевої кістки), S42.4 (перелом ділянки плечової кістки в області ліктя). Критерієм виключення була наявність клінічних та лабораторних ознак інфекційного процесу. Всі пацієнти були включені до лікування відповідно результатів ретроспективного аналізу після негативного результату бактеріологічного досліджень вмісту порожнини суглоба або відкритої рани за наявності такої.

Було проліковано 30 пацієнтів з вогнепальними пошкодженнями ліктьового суглоба. Всі пацієнти були чоловіками віком від 20 до 50 років (роки народження 1972–2002 р.р.). Середній вік пацієнтів становив $35,0 \pm 9,1$ років, що свідчить про переважне ураження осіб працездатного віку. У більшості випадків пошкодження супроводжувалися ускладненнями, такими як дефекти кісткової тканини, ураження м'яких тканин та пошкодження нервових структур. Дефекти кісткової тканини спостерігалися у 12 пацієнтів у ділянці латераль-

ного виростка плечової кістки, у 11 – у ділянці медіального виростка, а у 7 випадках діагностовано тотальний кістковий дефект виростків плечової кістки. Розподіл пацієнтів за кістковими дефектами представлений у таблиці 1, а за супутніми ушкодженнями – у таблиці 2.

Таблиця 1.

Розподіл пацієнтів за кістковими дефектами виростків плечової кістки

Кістковий дефект	Кількість пацієнтів, абс.	%
Латеральний виросток ДЕМ плечової кістки	12	40
Медіальний виросток ДЕМ плечової кістки	11	36,7
Тотальний дефект виростків ДЕМ плечової кістки	7	23,3

Дефекти м'яких тканин, що потребували оперативного лікування шляхом закриття дефекту вільним або невільним клаптом, виявлені у 13 пацієнтів. Пошкодження нервових структур ділянки ліктьового суглоба спостерігалося у 18 пацієнтів, з яких 12 мали пошкодження ліктьового нерва, 8 – променевого нерва, у 4 пацієнтів були одночасно уражені ліктьовий та променевий нерви, а у 5 випадках діагностовано пошкодження всіх трьох нервів – серединного, променевого та ліктьового. У 5 випадках було діагностовано компартмент-синдром.

Таблиця 2.

Розподіл пацієнтів за супутніми пошкодженнями

Пошкодження	Кількість пацієнтів, абс.	%
Дефект м'яких тканин та шкіри	13	43,3
Пошкодження ліктьового нерва	12	40
Пошкодження променевого нерва	6	20
Пошкодження ліктьового та променевого нерва	4	13,3
Пошкодження ліктьового, променевого та серединного нервів	5	16,7
Компартмент-синдром	5	16,7

Діагностика бойових хірургічних травм ліктьового суглоба включала стандартні методи візуалізації, такі як рентгенографія у двох проекціях (передньо-задній та боковій), що дозволяла визначити характер перелому та ступінь його стабільності [5,6]. Для більш детального аналізу пошкоджень застосовувалася комп'ютерна томографія, яка давала змогу деталізувати зміщення уламків, розмір дефекту, ступінь руйнування суглобових

поверхонь [6-8]. Клінічне та ЕНМГ-обстеження було невід'ємною частиною діагностичного процесу, оскільки дозволяло оцінити функціональний стан кінцівки та визначити наявність супутнього ушкодження нервів [9]. Для оцінки неврологічних ушкоджень пацієнти проходили ультразвукове дослідження (оцінка товщини та ехогенності нервових структур, виявлення перервності нервів, наявність периневральних змін) [9-11]. Проведення електронейроміографії дозволяло об'єктивно оцінити рівень порушення провідності імпульсу, ступінь аксональної дегенерації та функціональний стан уражених нервів [12,13]. Контрольні обстеження проводились на 3-му та 9-му місяці після поранення.

Таблиця 3.

Розподіл пацієнтів за поєднанням пошкоджень

Група пацієнтів	Тип пошкодження	Кількість пацієнтів, абс.	%
1	Пошкодження кісток	8	26,67
2	Пошкодження кісток та нервів	7	23,3
3	Пошкодження кісток та м'яких тканин	6	20
4	Пошкодження кісток, нервів та м'яких тканин	9	30

Пацієнти були розподілені на чотири групи залежно від типу пошкоджень ліктьового суглоба. Групу 1 склали пацієнти з ізольованими кістковими пошкодженнями без ураження нервів чи м'яких тканин. Група 2 включала пацієнтів з комбінованими кістковими пошкодженнями та пошкодженнями нервів (ліктьового, променевого або серединного). У Групу 3 увійшли пацієнти з переломами кісток у поєднанні з дефектами м'яких тканин, які потребували реконструктивного втручання. Група 4 об'єднала пацієнтів з найскладнішими комбінованими пошкодженнями: кістковими дефектами, ушкодженнями нервів та дефектами м'яких тканин. Такий розподіл дозволив порівняти результати лікування залежно від ступеня складності травми.

Після виконання кісткових реконструкцій пацієнти проходили реабілітаційну програму за міжнародним протоколом [14-16]. Відповідно до цієї програми, пацієнтам здійснювалася зміна гіпсових пов'язок: вдень кінцівку утримували у положенні повного розгинання, а вночі гіпсова іммобілізація забезпечувала згинання у ліктьовому суглобі на 90 градусів. Оцінка функції ліктьового суглоба та результатів лікування проводилася до та через 2 місяці після виконання кісткової реконструкції за допомогою Liverpool Elbow Score [17] (рис.1, рис.2).

	Score 4	Score 3	Score 2	Score 1	Score 0
Clinical assessment					
C1 Flexion	–	>135°	120–135°	90–120°	<90°
C2 Extension	–	None	<20	20–30°	>30°
C3 Pronation (add 1 to score if wrist/forearm pathology)	–	–	>50°	50–20°	<20°
C4 Supination (add 1 to score if wrist/forearm pathology)	–	–	>50°	50–20°	<20°
C5 Strength: average of flexion, extension, pronation and supination	Apparently normal	Complete motion against gravity and some resistance	Complete motion against gravity	Complete motion with gravity eliminated	Absent
C6 Ulnar nerve	–	None	Sensory	Motor: no disability	Motor: with disability
Patient-answered questions: During the past four weeks:					
P1 How often have you had to use your other arm to do things normally done by the affected arm?	Never	Once or twice	Sometimes	Many times	Every time
P2 Has your elbow problem caused you any difficulty in combing your hair?	None	Little	Moderate	Severe	Unable to do
P3 Has your elbow problem caused you any difficulty in washing yourself?	None	Little	Moderate	Severe	Unable to do
P4 Has your elbow problem caused you any difficulty in feeding yourself?	None	Little	Moderate	Severe	Unable to do
P5 Has your elbow problem caused you any difficulty in dressing yourself?	None	Little	Moderate	Severe	Unable to do
P6 Has your elbow problem caused you any difficulty in trying to do household activities?	None	Little	Moderate	Severe	Unable to do
P7 Has your elbow problem caused you any difficulty in lifting, e.g. a kettle, a milk bottle, groceries?	None	Little	Moderate	Severe	Unable to do
P8 How would you describe the pain from this elbow?	None	Little	Moderate	Severe	Unbearable
P9 Has your elbow problem affected your sport and leisure activities?	None	Little	Moderate	Severe	Unable to do

Рис. 1. Шкала оцінки функції ліктьового суглоба Liverpool Elbow Score.

Part	Items distribution	Scores calculation	Score ranges	
			Best	Worst
LES (total)	C1-C6, P1-P9	$(2/9) * (C1 + C2 + C3 + C4 + C6) + (1/6) * (C5 + P1 + P2 + P3 + P4 + P5 + P6 + P7 + P8 + P9)$	10	0

Рис. 2. Підрахунок результатів оцінки функції ліктьового суглоба за Liverpool Elbow Score.

Liverpool Elbow Score (LES) — це специфічна для ліктьового суглоба шкала оцінки, яка поєднує дев'ятипунктовий опитувальник для пацієнта (Patient-Answered Questionnaire, PAQ) та шестипунктову клінічну оцінку (Clinical Assessment Score, CAS) [12]. Загальний бал обчислюється за формулою:

$LES = (2/9) \times (C1 + C2 + C3 + C4 + C6) + (1/6) \times (C5 + P1 + P2 + P3 + P4 + P5 + P6 + P7 + P8 + P9)$, де C1–C6 — пункти клінічної оцінки, P1–P9 — пункти опитувальника для пацієнта. Максимальний бал становить 10, що вказує на відмінну функцію ліктьового суглоба; мінімальний — 0, що свідчить про значні порушення функції. Нижчі бали відповідають більш вираженим симптомам та функціональним обмеженням.

Дану шкалу можна вважати валідною та ефективною для комплексної оцінки функції ліктьового суглоба [17].

Результати

Реконструктивні хірургічні втручання виконувалися виключно після отримання негативного результату бактеріологічного дослідження та за відсутності клінічних і лабораторних проявів інфекційного процесу. Реконструктивне оперативне втручання або конверсія методу фіксації виконувалась після оцінки пацієнта за шкалою об'єктивізації критеріїв до заміни методу фіксації при лікуванні переломів у пацієнтів з бойовою травмою кінцівок, запропонованої Ю. О. Ярмолюком [4]. Пацієнти, яким виконувалось реконструктивне оперативне втручання мали менше 10 балів за даною шкалою.

Серед 13 пацієнтів з дефектами м'яких тканин усім було виконано закриття дефекту невідільними повношаровими клаптями. Для цього використовувалися торако-абдомінальний, SCIA (superficial circumflex iliac artery) та випадковий абдомінальний клапті [18]. Їх відсічення проводилося на 18-21 день після операції [19].

У одного з пацієнтів у післяопераційний період виникло інфекційне ускладнення, що призвело до необхідності повторного хірургічного втручання. В результаті йому було виконано закриття дефекту вільним ALT (anterolateral thigh) клаптем в іншому спеціалізованому лікувальному закладі. Після зак-

риття дефектів шкіри та м'яких тканин, усім пацієнтам з дефектами кісткової тканини виростків плечової кістки виконувались органозберігаючі оперативні втручання. Проводились реконструкції виростків плечової кістки із застосуванням кісткового аутотрансплантату з крила клубової кістки. Це дозволяло забезпечити анатомічну корекцію уражених структур та покращити функціональні результати лікування [20].

29 пацієнтам було виконано реконструктивне оперативне втручання, що включало в себе заміщення дефекту дистального метаепіфізу плечової кістки кістковим аутотрансплантатом та фіксацію спеціалізованими пластинами та гвинтами. 1 пацієнту з тотальним дефектом виростків плечової кістки було виконано тотальне ендопротезування ліктьового суглоба протезом індивідуальної конструкції.

Таблиця 4.

Результати оцінки функції ліктьового суглоба за шкалою Liverpool Elbow Score (LES) після реконструкції ДЕМ плечової кістки

Тип кісткового дефекту	Кількість пацієнтів	Середній LES перед операцією (M ± SD)	Середній LES після операції (M ± SD)	Різниця LES
Латеральний виросток ДЕМ плечової кістки	12	2,88 ± 1,38	5,24 ± 0,99	,237
Медіальний виросток ДЕМ плечової кістки	11	3,73 ± 0,93	5,52 ± 0,82	+1,79
Тотальний дефект виростків ДЕМ плечової кістки	5	1,08 ± 0,65	3,72 ± 1,01	+2,64

Оцінка функції ліктьового суглоба за шкалою Liverpool Elbow Score (LES) показала значне покращення після реконструктивного оперативного втручання. Перед операцією середній LES у пацієнтів з дефектом латерального виростка плечової кістки становив 2,88 ± 1,38, тоді як після операції він зріс до 5,24 ± 0,99, що свідчить про середнє покращення на 2,37 бала. У групі пацієнтів

з дефектом медіального виростка плечової кістки середній LES перед операцією становив $3,73 \pm 0,93$, а після реконструкції – $5,52 \pm 0,82$, що вказує на середнє покращення функції на 1,79 бала. Найгірші показники функціонального стану були у пацієнтів з тотальним дефектом виростків плечової кістки. Перед операцією середнє значення LES у цій групі становило $1,08 \pm 0,65$, проте після реконструкції воно покращилося до $3,72 \pm 1,01$, тобто середній приріст склав 2,64 бала.

У пацієнта, якому було виконано ендопротезування ліктьового суглоба протезом індивідуальної конструкції, показник Liverpool Elbow Score (LES) перед операцією становив 0,9, що свідчило про повну втрату функції суглоба. Через 2 місяці після операції LES зріс до 5,3, що є значним покращенням функціонального стану кінцівки.

Графік демонструє зміни середніх значень Liverpool Elbow Score (LES) перед оперативним втручанням та через 2 місяці після реконструкції дистального метаепіфіза плечової кістки у пацієнтів з бойовими хірургічними травмами ліктьового суглоба. У всіх групах спостерігається значне покращення функції ліктьового суглоба після хірургічного втручання. Найбільше зростання LES відзначено у пацієнтів з дефектом латерального

виростка (з 2,88 до 5,24) та дефектом медіального виростка (з 3,73 до 5,52). Хоча у пацієнтів з тотальним дефектом виростків LES зріс з 1,08 до 3,72, функціональні обмеження залишаються більш вираженими порівняно з іншими групами. У пацієнта, якому було виконано ендопротезування ліктьового суглоба, показник LES зріс з 0,9 до 5,3, що свідчить про суттєве відновлення рухової функції.

Отримані результати підтверджують високу ефективність реконструктивного хірургічного втручання та ендопротезування у відновленні функції ліктьового суглоба після бойових травм, хоча ступінь покращення залежить від обсягу кісткового дефекту [15].

Аналіз результатів показав, що найкращі функціональні показники після хірургічного лікування були у пацієнтів з ізольованими кістковими пошкодженнями (група 1), де середнє значення LES зросло з $4,5 \pm 0,5$ до $6,5 \pm 0,4$, що свідчить про значне відновлення функції ліктьового суглоба. У пацієнтів з пошкодженнями кісток та нервів (група 2) спостерігалось покращення з $3,2 \pm 0,6$ до $5,2 \pm 0,5$, однак функціональні порушення залишалися більш вираженими порівняно з групою 1. У пацієнтів з пошкодженнями кісток та м'яких

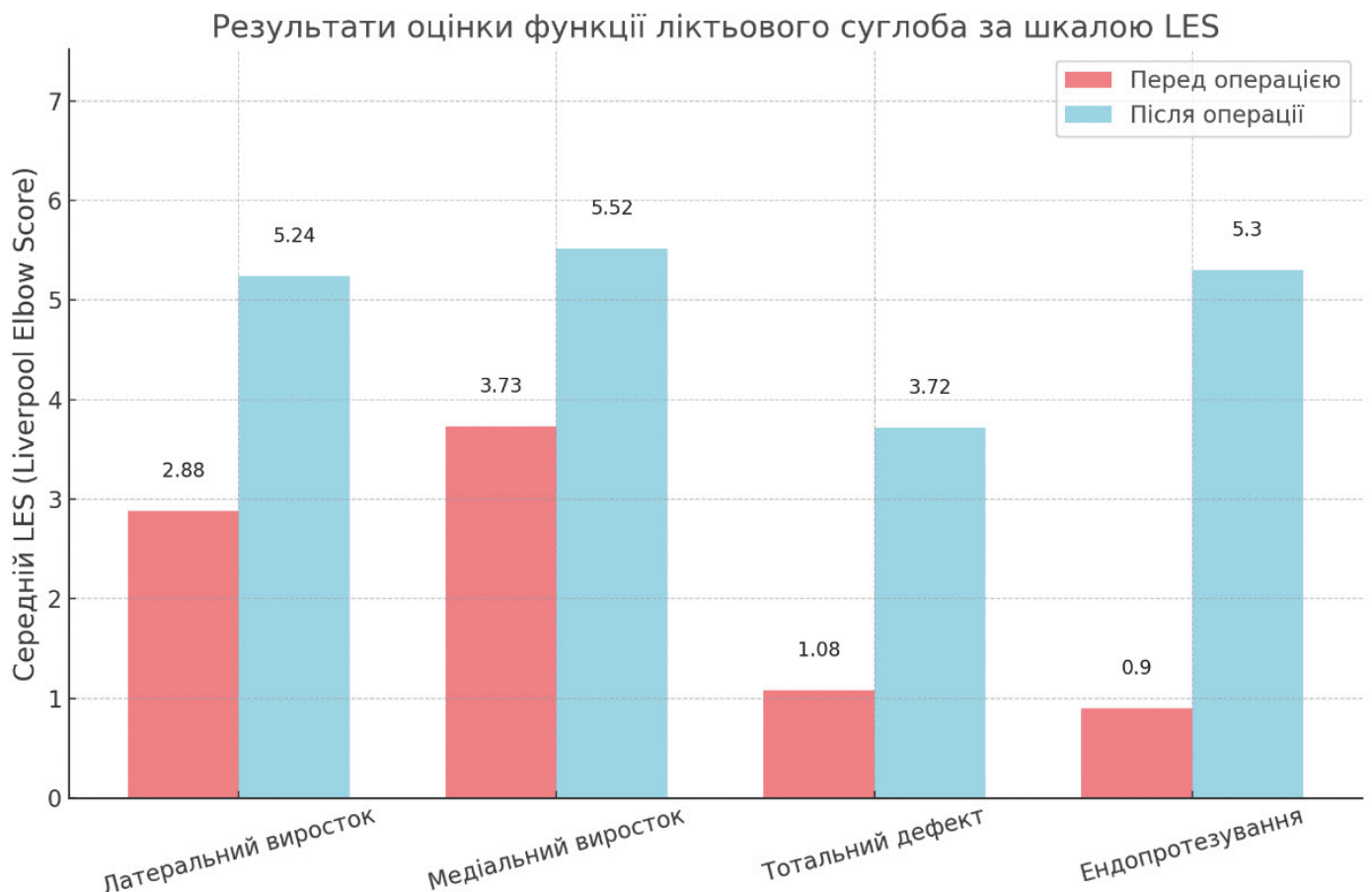


Рис. 3. Графік результатів оцінки функції ліктьового суглоба за шкалою LES.

Таблиця 5.

**Результати оцінки функції ліктьового суглоба за шкалою Liverpool Elbow Score (LES)
після реконструкції ДЕМ плечової кістки, за типом пошкоджень**

Група	Тип пошкодження	Кількість пацієнтів	Середній LES перед операцією (M ± SD)	Середній LES після операції (M ± SD)	Різниця LES
1	Пошкодження кісток	8	4,5 ± 0,5	6,5 ± 0,4	+2
2	Пошкодження кісток та нервів	7	3,2 ± 0,6	5,2 ± 0,5	+2
3	Пошкодження кісток та м'яких тканин	6	3,5 ± 0,7	4,8 ± 0,6	+1,3
4	Пошкодження кісток, нервів та м'яких тканин	9	2,1 ± 0,8	3,3 ± 0,7	+1,2

тканин (група 3) середнє значення LES зросло з $3,5 \pm 0,7$ до $4,8 \pm 0,6$, що свідчить про задовільне відновлення функції, але з деякими обмеженнями через необхідність реконструкції м'якотканинних дефектів. Найгірші результати відзначені у пацієнтів з комбінованими ушкодженнями кісток, нервів та м'яких тканин (група 4), де LES зросло з $2,1 \pm 0,8$ до $3,3 \pm 0,7$, однак функціональні обмеження залишалися значними навіть після комплексного хірургічного лікування (рис.4.).

Отримані результати підтверджують, що ступінь покращення функції ліктьового суглоба залежить від характеру та обсягу ушкоджень, а найкращі результати досягаються у пацієнтів з ізольованими кістковими дефектами.

Обговорення

Отримані результати свідчать про те, що реконструктивне хірургічне втручання з пластикою дистального метаепіфіза плечової кістки сприяє суттєвому покращенню функціонального стану ліктьового суглоба. У всіх групах пацієнтів спостерігалось підвищення показників Liverpool Elbow Score (LES) після операції, що підтверджує ефективність даного підходу.

Найкращі функціональні результати отримані у пацієнтів з дефектом латерального виростка плечової кістки – середній зріс на 2,37. Це свідчить про відновлення рухової активності та зменшення вираженості функціональних порушень у даній

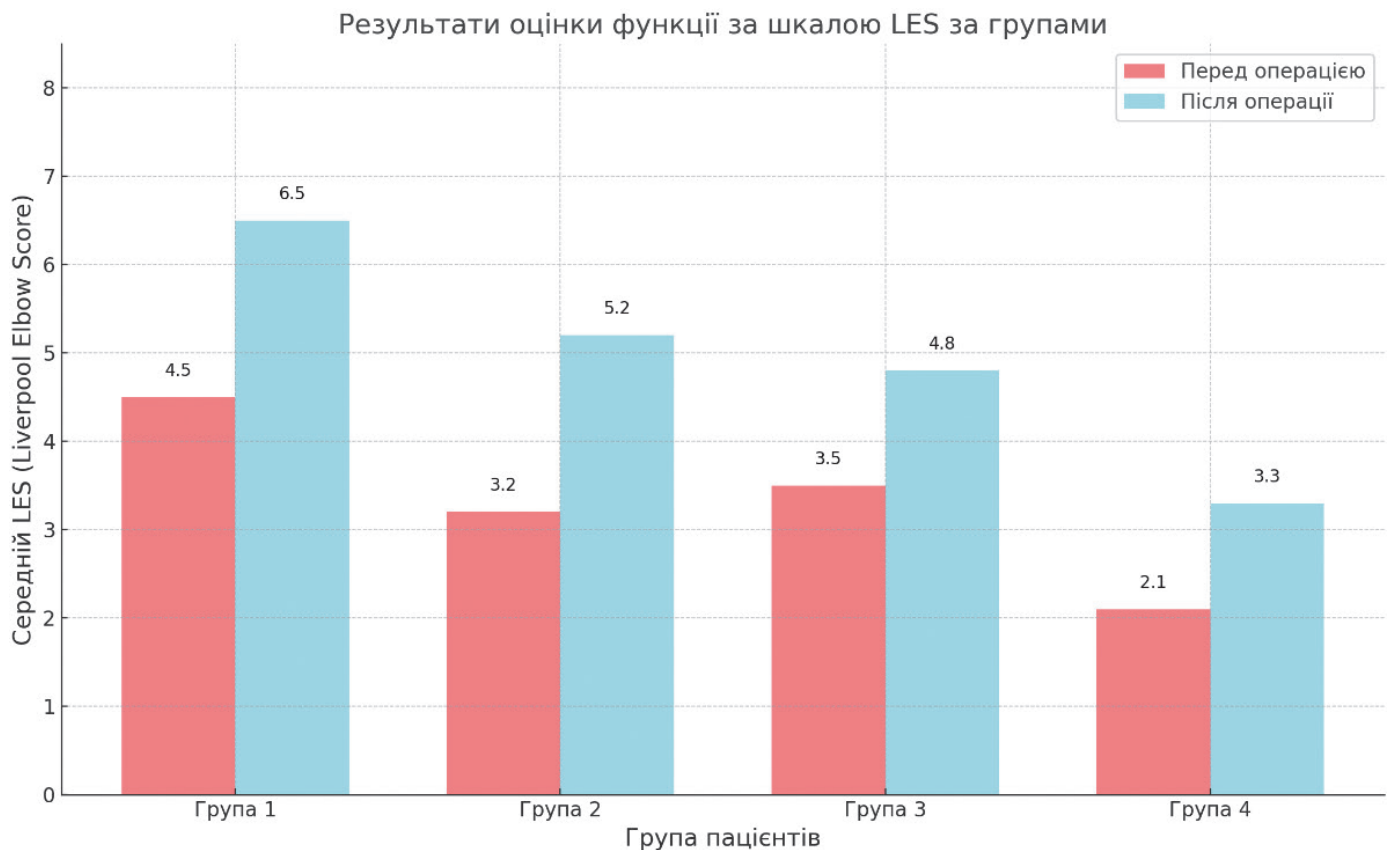


Рис. 4. Результати оцінки функції за шкалою LES за групами пацієнтів.

групі. У пацієнтів з дефектом медіального виростка спостерігалось покращення показників – середній показник став на 1,79 бала вище за початковий рівень. Це вказує на значне покращення функції, хоча відновлення відбувалося дещо повільніше порівняно з пацієнтами, які мали дефект латерального виростка. Найнижчі показники відновлення спостерігалися у пацієнтів з тотальним дефектом виростків плечової кістки, адже великі дефекти кісткової тканини сприяють підвищенню тяжкості оперативного лікування [16]. Незважаючи на значне покращення LES після хірургічного втручання, середній приріст у 2,64 бала все ще свідчить про збереження часткових обмежень функції суглоба. Це вказує на складність реконструкції в таких випадках і необхідність подальшого вдосконалення підходів до хірургічного лікування та реабілітації даної категорії пацієнтів. Тотальне ендопротезування ліктьового суглоба демонструє ефективність в якості альтернативного методу лікування у випадках, коли реконструкція неможлива або має низьку ймовірність успішного функціонального відновлення. Проте кількість таких пацієнтів була занизькою для глобальних висновків.

Вектором для подальшого вивчення питання реконструкції кісткових дефектів виростків плечової кістки є використання кісткового ауто-трансплантату малогомілкової кістки, що є одним з варіантів тактики реконструкції при складних багатоуламкових переломах дистального відділу плечової кістки з кістковими дефектами [22].

Таким чином, результати дослідження підтверджують, що реконструктивні методики з кістковою аутопластикою є ефективними у відновленні функції ліктьового суглоба після бойових травм, проте ступінь покращення залежить від обсягу кісткового дефекту. Ендопротезування демонструє високу ефективність у випадках тотального дефекту виростків, проте потребує подальшого вивчення довгострокових результатів функціонального відновлення.

Висновки

Проведене дослідження дозволило оцінити ефективність реконструктивних хірургічних втручань у пацієнтів з бойовими хірургічними травмами ліктьового суглоба. Аналіз отриманих даних показав, що відновлення функціональної активності ліктьового суглоба значною мірою залежить від обсягу пошкоджень та типу проведеного оперативного лікування.

Найкращі результати були досягнуті у пацієнтів з ізольованими кістковими пошкодженнями, де

середній показник Liverpool Elbow Score (LES) зріс з $4,5 \pm 0,5$ до $6,5 \pm 0,4$, що свідчить про високий рівень функціонального відновлення. У пацієнтів з комбінованими пошкодженнями кісток і нервів або м'яких тканин ступінь відновлення був дещо нижчим, проте також продемонстрував позитивну динаміку після реконструктивного лікування. Найбільш складною групою для реабілітації стали пацієнти з комбінованими ураженнями кісткових структур, нервів та м'яких тканин, де середній LES зріс з $2,1 \pm 0,8$ до $3,3 \pm 0,7$, що вказує на значне функціональне обмеження навіть після хірургічного втручання.

Було встановлено, що рівень відновлення функції ліктьового суглоба залежав і від типу кісткового дефекту виростків плечової кістки. У пацієнтів з ізольованими дефектами латерального або медіального виростка показники LES після реконструктивного втручання склали $5,24 \pm 0,99$ та $5,52 \pm 0,82$ відповідно, що свідчить про значне функціональне покращення. У той же час у пацієнтів з тотальним дефектом виростків LES зріс лише до $3,72 \pm 1,01$, що, при менших значеннях, все ж демонструє покращення функціональних результатів.

Конфлікт інтересів. Автори декларують відсутність конфлікту інтересів.

Перспективи подальших досліджень. Поглиблене вивчення віддалених наслідків поранень і результатів лікування пацієнтів з бойовою хірургічною травмою ділянки ліктьового суглоба.

Інформація про фінансування. Це дослідження не є комерційним і не має стороннього фінансування.

References

1. Klapchuk YV, Burianov AA, Yarmolyuk YA, Borodai OL, Bibik TA, Vaculych MB. The current state of diagnosis and treatment of servicemen with gunshot wounds of large joints: review of the literature. Collection of scientific papers of the National Military Medical Clinical Center «GMCH», Ukrainian Military Medical Academy. 2020;27(2):110-23
2. Клапчук ЮВ. Санітарні втрати військовослужбовців із вогнепальними пораненнями великих суглобів. ТРАВМА. 2021; 22(1):66–70. Doi: <http://dx.doi.org/https://doi.org/10.22141/1608-1706.1.22.2021.226413>.
3. Klapchuk YV. Sanitary losses of servicemen with gunshot wounds of major joints. TRAUMA [Internet]. 2021; 22(1):66-70. [in Ukrainian]
4. Vladlenov D, Mezhiievskaya I, Maslovskiy V, Pavlov S, Razmadze M, Samkharadze R, et al. Medicine and psychology: modern problems, new technologies and ways of developing outdated theories. International Science Group. Boston : Prime-dia eLaunch, 2024. 386 p. doi – 10.46299/isg.2024.mono.med.1
5. Бур'янов О, Ярмольук ЮО, Грицай МП, Клапчук ЮВ, Лось ДВ, Омельченко ТМ, та ін. Об'єктивізація критеріїв до заміни методу фіксації при лікуванні переломів у

пацієнтів із бойовою травмою кінцівок. Вісник ортопедії, травматології та протезування. 2022;4:74-7.

Burianov AA, Yarmoliuk YA, Hrytsai MH, Klapchuk YV, Los' DV, Omel'chenko TM, et al. Modern Approaches to Replacing the Method of Fixation in Gunshot Fractures of Long Bones. Visnyk ortopedii, travmatologii ta protezuvania. 2022;4:74-7. [in Ukrainian]

5. Liman MNP, Avva U, Ashurst JV, Butarbutar JC. Elbow Trauma [Internet]. PubMed. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK542228/>

6. Sheehan SE, Dyer GS, Sodickson AD, Patel KI, Khurana B. Traumatic elbow injuries: what the orthopedic surgeon wants to know. Radiographics. 2013 May;33(3):869-88. doi: 10.1148/rg.333125176.

7. Sheehan AJ, Tennent DJ, Hsu JR, Burns TC. Elbow Arthrodesis as a Salvage Procedure for Combat-Related Upper Extremity Trauma. Military Medicine. 2016 Aug;181(8):773-776. <https://doi.org/10.7205/MILMED-D-15-00371>

8. Mathieu L, Bazile F, Barthélémy R, Duhamel P, Rigal S. Damage control orthopaedics in the context of battlefield injuries: The use of temporary external fixation on combat trauma soldiers. Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research. 2011 Dec;97(8):852-9. <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2011.05.014>.

9. Ipsen DF. Combat Injuries of the Elbow. Springer eBooks. 2014 Jan 1;123-32. https://doi.org/10.1007/978-3-642-45337-3_15

10. Andersen RC, D'Alleyrand JCG, Swiontkowski MF, Ficke JR. Extremity War Injuries VIII: Sequelae of Combat Injuries. Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons. 2014 Jan;22(1):57-62. DOI: 10.5435/JAAOS-22-01-57

11. Mathieu L, Bertani A, Gaillard C, Chaudier P, Ollat D, Bauer B, et al. Combat-related upper extremity injuries: Surgical management specificities on the theatres of operations. Chirurgie de la Main. 2014 Jun;33(3):174-82. <https://doi.org/10.1016/j.main.2014.02.003>.

12. Cantore M, Candela V, Sessa P, Giannicola G, Gumina S. Epidemiology of isolated olecranon fractures: a detailed survey on a large sample of patients in a suburban area. JSES Int. 2022 Jan 6;6(2):309-314. doi: 10.1016/j.jseint.2021.11.015.

13. Shin EH, Sabino JM, Nanos GP 3rd, Valerio IL. Ballistic

trauma: lessons learned from iraq and afghanistan. Semin Plast Surg. 2015 Feb;29(1):10-9. doi: 10.1055/s-0035-1544173.

14. Dougherty AL, Mohrle CR, Galarneau MR, Woodruff SI, Dye JL, Quinn KH. Battlefield extremity injuries in Operation Iraqi Freedom. Injury. 2009 Jul;40(7):772-7. doi: 10.1016/j.injury.2009.02.014.

15. Pruitt BA. Combat Casualty Care and Surgical Progress. Annals of Surgery. 2006 Jun;243(6):715-29. DOI: 10.1097/01.sla.0000220038.66466.b5

16. Kragh JF, Dubick MA, Aden JK, McKeague AL, Rasmussen TE, Baer DG, et al. U.S. Military use of tourniquets from 2001 to 2010. Prehospital emergency care: official journal of the National Association of EMS Physicians and the National Association of State EMS Directors. 2015 Apr 1;19(2):184-90. <https://doi.org/10.3109/10903127.2014.964892>

17. Ashmore AM, Gozzard C, Blewitt N. Use of the Liverpool Elbow Score as a postal questionnaire for the assessment of outcome after total elbow arthroplasty. Journal of Shoulder and Elbow Surgery. 2007 May;16(3):S55-8. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2006.08.008>

18. Caterson EJ, Carty MJ, Weaver MJ, Holt EF. Boston Bombings. Journal of Craniofacial Surgery. 2013 Jul;24(4):1061-7. DOI: 10.1097/SCS.0b013e31829ff96c7

19. Raine BE, Phinney DG, Morrey ME, Ablove RH. Fifteen-year follow-up of catastrophic distal humeral bone loss treated with a cement spacer: a case report. JSES Reviews, Reports, and Techniques [Internet]. 2022 May; 2(2):246-9. doi: 10.1016/j.xrrt.2021.12.008

20. Morrey BF. Current concepts in the management of complex elbow trauma. The Surgeon. 2009 Jun;7(3):151-61. [https://doi.org/10.1016/S1479-666X\(09\)80039-5](https://doi.org/10.1016/S1479-666X(09)80039-5).

21. Lin KM, Ellenbecker TS, Safran MR. Rehabilitation and return to sport following elbow injuries. Arthroscopy, Sports Medicine, and Rehabilitation. 2022 Mar;4(3):e1245-e1251. <https://doi.org/10.1016/j.asmr.2022.01.012>.

22. Amin Fouladpour, Asadi K, Aris A, Amirabbas Mollaei, Pooyan Ghorbani Vajargah, Samad Karkhah, et al. Massive bone defects due to infection at the surgical site associated with a distal humeral fracture that was treated using fibula autograft: a case report. Annals of Medicine and Surgery. 2023 Mar 25;85(4):955-9. doi: 10.1097/MS9.000000000000183.

Combat-Related Elbow Injuries: A Retrospective Analysis Of Surgical Outcomes

Dolhopolov O.V.¹, Vorona A.O.^{1✉}

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

Summary. *Combat-related surgical injuries of the elbow joint are a significant issue in modern warfare, as they involve damage to bone structures, nerves, and soft tissues, complicating their treatment and rehabilitation. This study presents a retrospective analysis of 30 patients with gunshot injuries to the elbow joint who were treated at the Severe Polystructural Trauma Department between 2022 and 2025. The mean age of the patients was 35.0 ± 9.1 years. Upon admission, 20 patients (69.0%) already had an external fixation device applied to the humerus and forearm. Bony defects of the distal epiphysis of the humerus were diagnosed in all 30 patients, including 12 (40.0%) – with a lateral condyle defect, 11 (36.7%) – with a medial condyle defect, and 7 (23.3%) – with massive condylar defects. Soft tissue defects requiring flap closure were found in*

13 patients (44.83%). Neural structure damage was identified in 18 patients (62.07%), including 12 cases (41.38%) of ulnar nerve injury, 8 (27.59%) – of radial nerve injury, 4 (13.79%) – with combined ulnar and radial nerve injury, and 5 (17.24%) – with injury to all three nerves. Restoration of anatomical structures and function of the elbow joint was performed through soft tissue defect closure using flaps, humeral condyle reconstruction with autografts from the iliac crest, and subsequent rehabilitation according to international protocols. The Liverpool Elbow Score was used to assess elbow joint function and treatment effectiveness both before surgery and two months after reconstruction, allowing for evaluation of the degree of functional recovery.

Key words: combat-related surgical trauma; elbow joint; distal metaepiphysis of the humerus; soft tissue defect; gunshot fracture; reconstructive surgery; soft tissue reconstruction.

Хірургічне лікування тривимірних згинальних контрактур проксимальних міжфалангових суглобів довгих пальців кисті з використанням латерального прямого бокового шкірно-жирового пальцевого ротаційного клаптя з рандомізованим кровообігом

Фурманов О.Ю.¹✉, Симулик Є.В.¹, Кірімов В.І.¹

Резюме. Мета дослідження – оцінити можливості закриття дефекту покривних тканин, які виникають при усуненні тривимірних контрактур проксимального міжфалангового суглоба з екстра- та інтраартикулярними складовими, латеральним прямим боковим шкірно-жировим пальцевим ротаційним клаптем пальця з рандомізованим кровообігом та розробити хірургічний доступ, що дозволяє провести усунення всіх елементів контрактури та одноетапне закриття хірургічного дефекту покривних тканин долоневої поверхні пальця. В статті представлено результати хірургічного лікування пацієнтів за розробленою методикою. **Матеріали та методи.** Під наглядом знаходилося 15 пацієнтів з післятравматичними стійкими тривимірними дермато-тено-артрогенними контрактурами проксимального міжфалангового суглоба на 18 довгих пальцях кисті. Всім було проведено клінічне, лабораторне та рентгенологічне дослідження. У всіх пацієнтів на 18 довгих пальцях провели реконструктивно-відновну операцію – теноліз, артроліз, при потребі – подовження сухожилля та закриття дефекту покривних тканин, який виникав в ході операції, латеральним прямим боковим пальцевим шкірно-жировим клаптем з рандомізованим кровообігом. **Результати.** Оцінку результатів хірургічного лікування стійких дермато-тено-артрогенних контрактур проксимального міжфалангового суглоба провели за ортопедичними та хірургічними принципами. **Висновки.** Закриття дефекту покривних тканин над функціонально важливими структурами пальця можливе при використанні Н-подібного доступу для тенолізу та артролізу з переходом на підняття та переміщення латерального прямого бокового шкірно-підшкірного клаптя з рандомізованим кровообігом. Технічна простота та надійність методу закриття шкірного дефекту долоневої поверхні пальців, що виникає при усуненні стійких тривимірних контрактур проксимальних міжфалангових суглобів, латеральним прямим боковим шкірно-жировим клаптем з рандомізованим кровообігом, що дозволяє рекомендувати його до використання.

Ключові слова: контрактура, проксимальний міжфаланговий суглоб, теноліз, артроліз, клапоть, транспозиція.

Вступ

Фінальним моментом після усунення контрактури проксимального міжфалангового суглоба є закриття шкірного дефекту, як правило, з використанням клаптів або вільних шкірних аутотрансплантатів. Однак, специфічні характеристики рубцевих елементів контрактури, такі, як їх роз-

ташування, форма та розмір, відрізняються у пацієнтів, що ускладнює планування хірургічного втручання. Для досягнення позитивних результатів у лікуванні рубцевих контрактур розробили класифікацію, яка визначає їх чотири типи: тип 1 (поверхневі лінійні), тип 2-d (глибокі лінійні), тип 2-s (площинні рубцеві контрактури обмежені поверхневим шаром) і тип 3 (площинні рубцеві контрактури, що досягають глибокого шару, тобто тривимірні рубцеві контрактури) [1]. Крім того, слід враховувати три фактори визначення

✉ Фурманов О.Ю., 777doc.doc@gmail.com

¹ДУ "Національний науковий центр хірургії та трансплантології імені О.О.Шалімова" НАМН України, Україна, Київ

хірургічних доступів: розміри дефекту, наявність здорової шкіри навколо дефекту і порушення кровообігу в ділянці дефекту. Тип 1 і тип 2-d, що характеризуються наявністю лінійних рубців, які висікаються, а усунення контрактури досягається за допомогою z-пластики або її модифікацій. При 2-му типі після усунення рубцевої контрактури для закриття невеликих дефектів показано використання місцевих клаптів, перфораторних клаптів на ніжці для середніх дефектів, вільних клаптів та віддалених клаптів – для великих дефектів. Тип 2 має хорошу циркуляцію крові в ложі дефекту, тому пересадка шкіри на повну товщину також є можливим варіантом, незалежно від розміру дефекту. При типі 3 усунення рубцевої контрактури призведе до оголення функціонально важливих структур з поганим кровообігом, таких, як сухожилля, суглоби та кістки. В цих випадках для закриття дефекту рекомендується використання васкуляризованих клаптів, а не вільних шкірних ауто-трансплантатів. Проте, класифікація тяжкості і тактика лікування рубцевих контрактур в залежності від їх тяжкості, ще остаточно не розроблена. Внаслідок цього, лікування післятравматичних тривимірних згинальних контрактур пальців кисті є складним, а операції, що використовують, подеколи багатостадійні і малодієві [2]. Найбільші труднощі виникають при необхідності корекції тривимірних екстра- та інтраартикулярних згинальних контрактур проксимального міжфалангового суглоба [3]. При хірургічному лікуванні вищезазначених контрактур потрібно усунути всі їх компоненти. Проведення артролізу, тенолізу та подовження сухожилля в зоні його м'язового переходу за Le Viet (1986) є стандартними хірургічними процедурами [4]. Труднощі виникають при закритті дефекту покривних тканин долоневої поверхні пальця, дном якого є сухожилля згиначів та подеколи власні долоневі пальцеві артерії та нерви. Їх закриття унеможливає використання вільної шкірної аутопластики, а розташування та розміри вимагають використання васкуляризованих такнин, гомологічних втраченим.

В якості хірургічного доступу для усунення контрактур проксимального міжфалангового суглоба здебільшого використовують трапецієподібний розріз [5], що обмежує можливості подальшого закриття дефекту при його виникненні.

Одним із поширених методів закриття дефектів покривних тканин долоневої поверхні пальців є використання перехресного клаптя. Негативною рисою цього метода є його двохетапність, що суттєво збільшує тривалість лікування та обмеження використання у випадках ушкодження тилу покривних тканин пальця [6]. Порушення

регіонального артеріального кровообігу, що часто виникають після травм [7], виключає використання гомодигітальних клаптів на власній долоневій пальцевій артерії. Локальні перфорантні клапті пальця, що також використовуються для закриття дефектів, мають малу амплітуду транспозиції, що також обмежує їх використання [8].

Матеріали та методи

Критерії включення у дослідження: вік від 6 до 65 років, відсутність кістково-суглобових деформацій проксимального міжфалангового суглоба, наявність артеріального кровотоку по обом або одній власній долонній пальцевій артерії, тип 3 контрактури, пріслятравматична контрактура.

Критерії виключення з дослідження: вік до 6 чи більше 65 років, наявність кістково-суглобових деформацій проксимального міжфалангового суглоба, відсутність артеріального кровотоку по обом власним долоннім пальцевим артеріям, типи контрактур 1, 2-d, 2-s, післяопікова контрактура.

Під нашим спостереженням було 15 пацієнтів з тривимірними згинальними контрактурами з екстра- та інтраартикулярними складовими (Cho H. et al., 2024) 18-ти довгих пальців кисті травматичного генезу. Семеро пацієнтів перенесли коригуючі операції, які не мали ефекту: один – три операції, двоє з них по дві – шкірну пластику місцевими тканинами та шкірну пластику вільними аутошкірними повношаровими трансплантатами, та четверо – по одній. Вісьмом пацієнтам оперативне втручання не проводилось. Тривалість захворювання у 10 пацієнтів була від 12 до 15 місяців, у трьох пацієнтів – 24 місяці, у одного – 3 роки та ще у одного – 5 років.

Хірургічне лікування пацієнтів полягало в проведенні Н-подібного розрізу – по мідаксіальним лініям з поперечною частиною над проксимальним міжфаланговим суглобом, а повздовжні розрізи були частиною майбутнього латерального прямого пальцевого клаптя (Рис. 1).

Всім пацієнтам провели теноліз та артроліз проксимального міжфалангового суглоба, який складався з розсічення зв'язок Check-Rein та додаткових частин колатеральних зв'язок, а у двох пацієнтів – процедуру Le Viet, яка передбачає подовження сухожилля в місці його сухожильно-м'язового переходу.

Після усунення контрактури дефект, що утворювався на долонній поверхні пальця, закривали переміщенням 1-го латерального прямого шкірно-жирового клаптя з рандомізованим кровообігом на проксимальній основі та розташовували

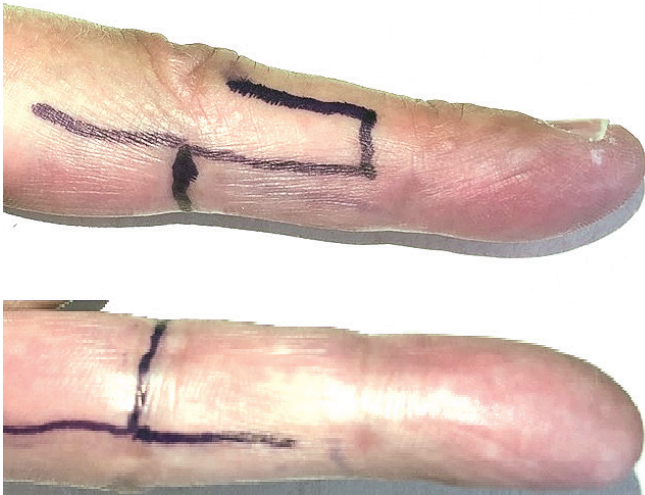


Рис. 1. Розмітка розрізу та прямого латерального клаптя.

або в поперечному напрямку, або навскіс в залежності від величини дефекту.

Латеральний прямий пальцевий клапоть піднімали при співвідношенні ширини до довжини 1:3 чи 1:4 в залежності від величини дефекту. Донорську рану закривали вільною пересадкою стоншеного аутошкірного трансплантату.

На 13 пальцях дефект покривних тканин, в середньому, дорівнював $0,008 \pm 0,001$ м в довжину та $0,012 \pm 0,001$ м завширшки, у цих пацієнтів дефект закрили переміщенням одного латерального прямого клаптя на проксимальній основі, розташувавши клапоть при співвідношенні ширини до довжини 1:3 в поперечному напрямку. На 5 пальцях дефект покривних тканин, в середньому, дорівнював $0,015 \pm 0,001$ м в довжину та $0,012 \pm 0,001$ м завширшки, у таких пацієнтів дефект закрили переміщенням латерального прямого клаптя на проксимальній основі, розташувавши клапоть при співвідношенні ширини до довжини 1:4 у косому напрямку.

Оцінка результатів

Результат хірургічного втручання оцінили в різні терміни, але не раніше 6 місяців після операції. Оцінку рухової функції пальців провели за Strickland J.W (1980).

Результати досліджень

Клінічний приклад.

Пацієнт Н, 43 р, у якого контрактура утворилась за 5 років до нашого втручання після первинного шва сухожилля глибокого згинача V пальця (рис.2)



Рис. 2. Згинальна контрактура V пальця та передопераційна розмітка.

Пацієнту виконали теноліз, артроліз, після чого виник дефект покривних тканин з розташованим на дні хірургічної рани сухожиллям глибокого згинача (рис.3)



Рис.3. Дефект покривних тканин після тенолізу та артролізу.

Дефект покривних тканин закрили переміщенням латерального прямого клаптя (рис.4).



Рис.4. Вигляд закритого латеральним прямим клаптем дефекту через 3 доби після операції.

В післяопераційний період спостерігали утворення гіпостатичних пухирців та мінімальний

крайовий некроз клаптя (рис.4), які не вимагали лікування. Рана зажила первинним натягом. Через рік після операції (рис.5) палець зберіг положення корекції та можливість активного згинання та розгинання без утворення значущих рубців в зоні транспозиції тканин.



Рис. 5 Вигляд оперованого пальця через рік після оперативного втручання.

У всіх пацієнтів протягом терміну спостереження від 6 до 36 місяців досягнуто корекцію контрактури без рецидивів.

Таблиця 1.

Результати оцінки рухової функції пальців

Оцінка рухової функції оперованих пальців за Strickland J.W.

Результат	Кількість пальців	%
Відмінний (85–100 %)	4	22,2
Добрий (70–84%)	13	72,2
Задовільний (50–69%)	1	5,6
Незадовільний (менше 50%)	0	0

Обговорення результатів

При утворенні післятравматичних згинальних контрактур довгих пальців в процес залучається проксимальний міжфаланговий суглоб, що, з огляду на важливість його рухливості, значно порушує різні види захватів. Розроблені хірургічні техніки тенолізу, артролізу та, при необхідності,

подовження сухожиль дозволяють повністю чи в значній мірі провести корекцію згинальної контрактури проксимального міжфалангового суглоба. У багатьох випадках виникають тривимірні контрактури проксимального міжфалангового суглоба, при яких після усунення теногенного та десмогенного компонентів, завжди виникає дефект покривних тканин долоневої поверхні пальця, при цьому дном рани постають функціонально важливі структури – сухожилля та власні долоневі пальцеві артерії та нерви. Ця ситуація вимагає закриття дефекту еластичними тканинами з кровообігом, які були б подібні втраченим внаслідок рубцевих змін.

Можливості закриття таких дефектів досить широкі – транспозиція васкуляризованих гомодигітальних клаптів, перфорантних клаптів, клаптів на ніжці подібних «cross finger flap». Будь-який спосіб закриття таких дефектів має крім позитивних також і негативні риси і обмеження для використання – або необхідність володіння мікрохірургічною технікою та наявність мікрохірургічного інструментарію, або обмежену дугу ротації судинної ніжки, травматичність, обмежену площину донорських тканин, двохетапність тощо.

В лікуванні представлених в роботі пацієнтів ми використали Н-подібний розріз, який забезпечував широкий доступ до рубцево-змінених структур та дозволяв провести теноліз та артроліз проксимального міжфалангового суглоба і з якого можна було перейти до підняття латерального прямого шкірно-жирового клаптя, ротацією якого ми закривали дефект покривних тканин. Ця процедура не вимагала володіння мікрохірургічною технікою та спеціального обладнання.

Латеральний клапоть ми брали у співвідношенні 1:3 чи 1:4 ширини до довжини в залежності від величини дефекту. Це співвідношення не є оптимальним і ми свідомо очікували порушення кровообігу в переміщеному клапті, розраховуючи на створення «біологічної пов'язки» навіть при їх частковому некрозі.

Спостереження за переміщеними клаптями показало, що вони опинялись в стані гіпоксії, що проявлялось виникненням гіпостатичних пухирців та мінімальними крайовими чи незначними поверхневими некрозами. Ця ситуація не вимагала окремого лікування, епітелізація некротизованих ділянок відбувалась самостійно без утворення функціонально значущих рубців, а глибоких або часткових некрозів ми не спостерігали. Розташування ліній швів на пальцях, при використанні Н-подібного доступу та закриття дефекту, була оптимальною для профілактики рубцеутворювання як в донорських, так і в реципієнтних ділянках.

Закриття донорських ділянок після переміщення клаптів стоншеним шкірним аутоотрансплантатом у всіх пацієнтів також привзела до загоєння без утворення функціонально-значущих рубців.

Висновки

1. Післятравматичні тривимірні дермато-тено-артрогенні згинальні контрактури довгих пальців кисті характеризуються залученням проксимального міжфалангового суглоба зі значним обмеженням рухів пальця та функції кисті.

2. Хірургічне лікування тривимірної згинальної контрактури проксимального міжфалангового суглоба включає усунення дерматогенного, теногенного та десмогенного її компонентів.

3. Найбільші труднощі викликає усунення дерматогенного компоненту внаслідок утворення значного дефекту покривних тканин над функціонально-важливими структурами пальця, що вимагає його закриття тканинами, гомологічними втраченим.

4. Закриття дефекту покривних тканин над функціонально важливими структурами пальця можливе при використанні Н-подібного доступу для тенолізу та артролізу з переходом на підняття та переміщення прямого латерального шкірно-жирового клаптя з рандомізованим кровообігом.

5. Технічна простота та надійність закриття шкірного дефекту долоневої поверхні пальців, що виникає при усуненні тривимірних дермато-тено-артрогенних контрактур проксимальних міжфалангових суглобів з використанням прямого ротатійного латерального шкірно-жирового клаптя

з рандомізованим кровообігом дозволяє рекомендувати його до використання.

Конфлікт інтересів. Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів під час підготовки статті.

References

1. Cho H, Ono S, Chung KC. Management of scar contractures of the hand—our therapeutic strategy and challenges. *J Clin Med*. 2024;13:1516. doi:10.3390/jcm13051516.
2. Tucker S. Reconstruction of severe hand contractures. *Indian J Plast Surg*. 2011;44(1):59–67. DOI: 10.4103/0970-0358.81438
3. Houshian S, Jing SS, Chikkamuniyappa C, Kazemian GH, Emami-Moghaddam-Tehrani M. Management of Posttraumatic Proximal Interphalangeal Joint Contracture. *The Journal of Hand Surgery*. 2013 Aug;38(8):1651–8. DOI: 10.1016/j.jhsa.2013.03.014
4. Venkataswami R. Surgery of the injured hand towards functional restoration. New Delhi: Jaypee Brothers Medical Publishers; 2010. 585 p.
5. Strickland J, Graham T. The hand. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2005. 492 p.
6. Kappel D, Burech J. The cross-finger flap: an established reconstructive procedure. *Hand Clin*. 1985;1(4):677–83.
7. Фурманов А.Ю. Клинические особенности формирования вторичных сгибательных контрактур проксимальных межфаланговых суставов трехфаланговых пальцев кисти в условиях посттравматической хронической ишемии. *Клин Хирургия*. 2009;(6):46–50.
8. Furmanov AY. Clinical features of secondary flexion contractures of the PIP joints of the fingers under posttraumatic chronic ischemia. *Clin Surg*. 2009;(6):46–50.
9. Ulkur E, Uygur F, Karagöz H, Celiköz B. Use of free dorso-ulnar perforator flap in the treatment of postburn contractures of the fingers. *Burns*. 2006;32(6):770–5. doi:10.1016/j.burns.2006.01.020.

Surgical Treatment of Three-Dimensional Flexion Contractures of the Proximal Interphalangeal Joints of the Long Fingers Using a Direct Lateral Skin-Fatty Digital Flap with Randomized Blood Supply

Furmanov O.Yu.^{1✉}, Symulyk Ye.V.¹, Kirimov V.I.¹

¹SI «National Scientific Center of Surgery and Transplantology named after O.O. Shalimov of the NAMS of Ukraine», Kyiv, Ukraine

Summary. Objective. The purpose of the study was to evaluate the possibility of closing defects of the covering tissues that arise during the elimination of three-dimensional dermato-teno-arthrogenic contractures of the proximal interphalangeal joint using a direct lateral skin-fatty digital flap with randomized blood supply, and to develop a surgical approach enabling elimination of all contracture components and one-stage closure of palmar skin defects of the finger. The article presents the outcomes of surgical treatment of patients using the developed method. **Materials and Methods.** Fifteen patients with post-traumatic persistent three-dimensional dermato-teno-arthrogenic contractures of the proximal interphalangeal joints, affecting 18 long fingers, were under supervision. All patients underwent clinical, laboratory, and

*radiological examinations. All patients underwent reconstructive and restorative surgery on 18 long fingers: tenolysis, arthrolysis, tendon lengthening (if necessary), and closure of covering tissue defect, which arose during the surgery, with direct lateral skin-fatty digital flaps with randomized blood supply. **Results.** Outcomes of the surgical treatment for persistent dermato-teno-arthrogenic contractures of the proximal interphalangeal joint were evaluated according to standard orthopedic and surgical principles. **Conclusions.** Closure of soft-tissue defects over functionally significant structures of the finger is possible when using an «H»-shaped approach for tenolysis and arthrolysis, combined with the elevation and transposition of a direct lateral skin-subcutaneous digital flap with randomized blood supply. The technical simplicity and reliability of this method for closing palmar skin defects that occur during the elimination of persistent three-dimensional contractures of the proximal interphalangeal joints using a direct lateral digital skin-subcutaneous flap with randomized blood supply allows it to be recommended for use.*

Keywords: *contracture; proximal interphalangeal joint; tenolysis; arthrolysis; lateral digital flap; transposition.*

Диференційна діагностика больових феноменів резидуальної кінцівки (Огляд літератури)

Турчин О.А.¹✉, Пятковський В.М.¹, Євлантьєва Т.А.¹, Харчик В.С.¹, Лях А.П.¹

Резюме. Мета. Аналіз літературних джерел присвячених етіопатогенезу, уточненню визначень та диференційній діагностиці больових феноменів резидуальної кінцівки. **Матеріали та методи.** Публікація є описовим оглядом літератури, проведеним на основі аналізу доступних літературних джерел, відібраних в результаті пошуку в бібліотечних базах даних Національної бібліотеки України ім. В.І. Вернадського, PubMed, Cochrain Database. **Результати та їх обговорення. Висновки.** Больові феномени резидуальної кінцівки включають фантомний біль, фантомні відчуття та біль у куксі. При цьому один больовий феномен здатен переходити у другий та обтяжуватись третім, що ускладнює їх діагностику та вибір методики лікування. Найчастіше виникає фантомний біль, який є основною причиною фізичних обмежень та інвалідності, має тенденцію до хронізації та тяжко піддається лікуванню, впливає на якість життя. Патогенез складний та пов'язаний з функціональною реорганізацією в первинній сомато-сенсорній корі. Сучасна література є достатньо розрізною та суперечливою, а представлені дослідження не характеризують поточну популяцію пацієнтів, яка істотно змінилась за останні декілька років, що обумовлює потребу подальшого вивчення питання.

Ключові слова: ампутація, фантомний біль, залишковий біль у кінцівках, фантомні відчуття кінцівок.

Ампутації нижньої кінцівки є одними із найчастіших хірургічних втручань у всьому світі [1]. Понад 70 % осіб після ампутації відчують біль у резидуальній кінцівці [2]. Залишковий біль у кінцівках може мати багато причин. Він виснажує та суттєво впливає на якість життя, знижує здатність і бажання пацієнта користуватись протезом. Це погіршує руховий статус пацієнта і функцію резидуальної кінцівки [3].

Перший медичний опис відчуття болю у втраченій кінцівці після ампутації дав французький військовий хірург Ambroise Pare 500 років тому, і на його думку, причиною було поєднання центральних та периферичних факторів. Термін «фантомна кінцівка» ввів Silas Weir Mitchell, який в 1872 році опублікував роботу, присвячену пацієнтам з травматичною ампутацією кінцівок в період громадянської війни у США [4, 5].

До больових феноменів резидуальної кінцівки відносять: фантомний біль або фантомно-больовий синдром (phantom limb pain, PLP), фантомні

відчуття (phantom limb sensation, PLS) та біль у куксі (residual limb pain RLP) [6]. Ці феномени часто співіснують у одного пацієнта, тому їх важко відокремити.

Наразі не до кінця зрозуміло, чому деякі люди після ампутації страждають від ФБ, а інші – ні. Механізми, що лежать в основі ФБ, є складними та недостатньо вивченими, але більшість авторів відносять його до хронічного нейропатичного болю [7, 8], пов'язаного з функціональною реорганізацією в первинній сомато-сенсорній корі [9]. Механізм функціональної реорганізації полягає в тому, що нейрони в сомато-сенсорному представництві ампутованої частини тіла починають реагувати на подібні (зазвичай тактильні) аферентні сигнали, які надходять у сусідню ділянку. Це підтверджено дослідженням Flor H. та ін., в якому показана сильна кореляція між ступенем функціональної реорганізації в сомато-сенсорній корі та інтенсивністю ФБ [10, 11]. Ці дослідження покладені в основу моделі дезадаптивної пластичності ФБ, згідно з якою дані від сомато-сенсорних модальностей отримують доступ до механо-сенсорних, ноцицептивних і, зрештою, пропріоцептивних нейронів у сусідніх зонах представлення сомато-сенсорної кори [9, 12].

✉ Турчин О.А., olenaturcb@gmail.com

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

Вважають, що ряд факторів, таких як: зрілий вік, етіологія, двобічна ампутація нижніх кінцівок, коротка залишкова нижня кінцівка, хронічний біль та психологічні розлади до ампутації пов'язані з появою та підтримкою ФБ [6, 13, 14].

Дослідження останніх десятиліть внесли краще розуміння проблеми больових феноменів резидуальної кінцівки, однак незважаючи на велику кількість публікацій, все ще відсутня узгоджена думка щодо їх визначення та особливостей патогенезу.

Метою огляду є висвітлення питань етіології, частоти, теорій патогенезу та диференційної діагностики больових феноменів резидуальної кінцівки. Ми свідомо не розглядаємо питання лікування та профілактики больових феноменів, які є предметом окремого дослідження. Представлена робота є описовим оглядом літератури, проведеним після аналізу доступних літературних джерел, відібраних в результаті пошуку в бібліотечних базах даних Національної бібліотеки України ім. В.І. Вернадського, PubMed, Cochrain Database. Були використані пошукові слова: amputation, phantom limb pain, phantom limb sensations, residual limb pain, telescope.

Фантомний біль (ФБ) – це відчуття болю або неприємні відчуття у відсутній кінцівці/ її частині, органі чи іншій тканині після ампутації/ видалення органу [15, 16]. Щороку в США виконують 215 000 ампутацій, з яких 86 % випадків становлять ампутації нижньої кінцівки [5, 17]. Серед усіх ампутацій нижніх кінцівок ФБ виникає протягом одного місяця після ампутації у 65 % випадків, у 82 % – протягом одного року та у 87 % – протягом усього життя [18].

Основними скаргами пацієнтів з ФБ є відчуття пекучого, стріляючого, колючого, гризучого, стискаючого, ниючого, тягнучого, ріжучого, пульсуючого болю. Також він може супроводжуватись зміною відчуття тепла та холоду в ампутованому сегменті, яке то посилюється, то слабшає [19]. В літературі описаний випадок ФБ, яке пацієнт описував як відчуття болісно затиснутого вказівного пальця на спусковому гачку гвинтівки [20]. Дебют симптоматики може бути спровокований додатковою травмою, емоційними чи іншими чинниками. ФБ проявляється здебільшого протягом двох періодів часу після ампутації: від кількох днів до місяця та приблизно через 1 рік. Так, 75 % пацієнтів скаржаться на ФБ впродовж перших кількох днів після ампутації. Окрім того описані випадки дебюту ФБ через багато років після ампутації [20]. Sherman R.A. та ін. повідомили, що 61 % пацієнтів з ФБ обговорювали цю проблему з лікарем, однак лише у 17 % випадків їм було запропоновано лікування, а решті сказали, що вони мають психічні розлади [21]. У більшості пацієнтів частота та інтенсивність хронічного

нейропатичного болю з часом зменшуються, але у 5–10 % випадків можуть супроводжувати їх десятки років; описаний випадок ФБ тривалістю 44 роки [7].

Houghton A.D. та ін. оцінили вираженість ФБ за ВАШ у 176 осіб з ампутацією нижньої кінцівки, виконаної через різні причини, через 6 місяців, 1, 2 та 5 років після ампутації. Рівень болю знизився з 4 (помірний) одразу після ампутації до 1 (незначний) через 5 років після операції [22]. Під час опитування 526 ветеранів ФБ зник у 16 %, помітно зменшився – у 37 %, залишився таким же – у 44 % та посилювався у 3 % респондентів [23].

У більшості пацієнтів, що страждають на ФБ, відбуваються періодичні загострення і лише деякі з них відчують постійний біль [23, 24]. При дослідженні 99 пацієнтів після ампутації верхніх кінцівок, 37 з яких відчували ФБ, 9 осіб мали постійний біль, 9 – напади болю кілька разів на добу, а решта – раз на тиждень або більш рідко [25].

Уявна локалізація ФБ здебільшого займає дистальні відділи відсутньої кінцівки (пальці і долоні у разі відсутності верхньої кінцівки, пальці ніг, натоптиш, дорзальна поверхня стопи та кісточки – при ампутуваних нижніх кінцівках) [26].

Виникнення та розвиток ФБ не залежить від віку, статі, сторони та рівня ампутації [24, 25]. ФБ майже ніколи не виникає у маленьких дітей при вроджених дефектах кінцівок. При дослідженні 60 дітей та підлітків з відсутніми кінцівками через вроджену ампутацію кінцівок (n = 27) та хірургічне втручання/травму (n = 33), частота ФБ склала 3, 7% та 48,5% відповідно. Також, якщо ампутація нижньої кінцівки з будь-якої причини була виконана у немовлят, то ФБ не виникає [27].

У більшості досліджень не виявлений зв'язок між станом здоров'я пацієнта та частотою ФБ. Є дані про те, що частота ФБ однакова для випадків ампутацій як при травматичних, так і при бойових обставинах [20].

Існує суттєвий зв'язок між ступенем вираженості болю до ампутації та вираженістю ФБ [22, 28]. Ретроспективне дослідження 68 пацієнтів з періодом спостереження від 20 днів до 46 років після ампутації, виявило у 84 % випадках ФБ, який нагадував біль перед ампутацією [29]. В іншому проспективному дослідженні [26] оцінювали біль та його локалізацію перед ампутацією за допомогою різних дескрипторів, опитувальника болю Макгілла та власних відчуттів пацієнта. Після ампутації 42 % пацієнтів повідомили про ФБ, схожий на доопераційний. Однак, при порівнянні опитувальників до та після ампутації, частота фактичної подібності не була вищою, що, на думку авторів дослідження, свідчить про те, що пам'ять пацієнтів про свій біль не завжди відображає дійсність [26].

Описана пряма залежність між більш короткими залишковими кінцівками та вищим ризиком ФБ [6], однак автори не оцінювали вплив стимуляції тригерних точок на розвиток ФБ. Натомість, Fraser et al. стверджують, що наявність тригерних точок безпосередньо зумовлює більше виражений ФБ у пацієнтів з більш короткою залишковою кінцівкою [30].

Існує думка, що депресія та тривога перед ампутацією передбачають тяжкість ФБ після ампутації [14, 31], проте Norgan O. та ін. прийшли до висновку, що депресія протягом перших років після ампутації здебільшого пов'язана з наслідками втрати кінцівки, а не з ФБ, і через 2 роки після ампутації рівень депресії у осіб з ампутацією знизився до рівня подібних показників у загальній популяції [32].

Особливістю ФБ є відсутність реакції на стандартне лікування, і його тяжкість не корелює із загоєнням операційних ран.

Фантомні відчуття (ФВ). Після втрати кінцівки майже всі пацієнти повідомляють про все ще наявне безболісне відчуття відсутньої її частини [33, 34]. Іноді ці відчуття настільки виразні, що пацієнт може точно описати їх, наприклад, як відчуття каблучки або годинника, черевика чи гіпсової пов'язки [29]. Деякі пацієнти з ампутуваними кінцівками здатні рухати відсутньою кінцівкою. Наприклад, описаний випадок, коли пацієнт підіймав слухавку телефону, що дзвонив, своєю фантомною кінцівкою [35].

Найчастіше фантомна кінцівка має форму, схожу на кінцівку до ампутації, однак з часом вона може змінитися. Феномен «телескопії» полягає в зменшенні кінцівки до такого рівня, що фантомна кінцівка здається ближчою до кукси або, у крайньому випадку, зменшується так, що здається, що вона безпосередньо прикріплена до резидуальної кінцівки.

Біль у куксі з можливою проксимальною іррадіацією є досить частим явищем у ранній післяопераційний період, але у більшості пацієнтів він ущухає після загоєння рани. Однак у 5–10 % випадків біль у куксі зберігається і з часом може навіть посилюватися. Причинами болю у куксі можуть бути інфекція, остеофіти, невроми, рубцева трансформація, тощо. Також розрізняють гіпералгезію та аллодинію, як фактори розвитку болю у куксі. Постійний біль у куксі тяжко піддається лікуванню та заважає використанню протеза та реабілітації [36].

Відтерміновані больові відчуття у куксі можуть бути пов'язані з тяжкістю первинної травми, наявністю невром, остеофітів та оссифікатів. Найчастішою причиною болю у куксі є невідповідність протеза [5]. Майже всі випадки болю у куксі мають ідентифіковані причини, після усунення яких біль зникає.

Біль у куксі частіше спостерігається у пацієнтів із супутніми ФВ. Також важливо враховувати, що

ці два явища можуть існувати одночасно. Насправді майже половина пацієнтів з ФБ мають або мали біль у резидуальній кінцівці, який більшість авторів вважають фактором ризику для розвитку ФБ [6, 37]. Після усунення патології кукси ФБ зменшується. Цей факт пояснюється тим, що невроми можуть викликати висхідну спонтанну та аномальну імпульсацію. Вважають, що ця патологічна імпульсація викликана зміною трансмембранного потенціалу, а саме активацією натрієвих каналів [6]. Chabal C. та ін. показали, що периневральна ін'єкція галаміну, який збільшує трансмембранний транспорт натрію, викликає ФБ. Місцеві анестетики, навпаки, блокують транспорт натрію при введенні в неврому або периневрально, що сприяє зменшенню ФБ [38].

Етіологія та теорії патогенезу. Механізми, що лежать в основі больових феноменів, до кінця не з'ясовані, однак більшість авторів згодні щодо поєднання периферичного та центрального механізмів.

Дослідження останніх років пов'язують розвиток ФБ з концепцією нейропластичності, відповідно до якої ампутація призводить до значної реорганізації в первинних сомато-сенсорних і моторних ділянках мозку, що спричиняє специфічні сенсорні та кінестетичні розлади [39]. Нейронна пластичність — це механізм, за допомогою якого мозок людини здатен до реорганізації ушкоджених або втрачених синаптичних зв'язків з метою компенсації порушених функцій. Існує теорія, що таке перенавчання, як короткострокове, так і довгострокове, складається з модуляції нейронних структур із залученням сірої та білої речовин [39]. Зокрема, вважають, що зміни сірої речовини можуть включати глікогенез, васкуляризацію та синаптогенез, тоді як у білій речовині спостерігають регенерацію аксонів та їх мієлінізацію [40].

Сенсорна інформація про біль, температуру, грубий дотик і тиск надходить до центральної нервової системи через передньо-бокову систему, а інформація про біль і температуру передається через бічні спино-таламичні шляхи до тім'яної ділянки. Іншими словами, відчуття болю від нижньої кінцівки транспортується від периферичного рецептора до псевдоуніполярних нейронів першого ступеню в ганглії дорсального корінця та перехресті і піднімається до нейронів третього ступеня, які знаходяться в таламусі [41]. Далі сенсорний сигнал через первинну сенсорну кору потрапляє в постцентральною звивину тім'яної ділянки, де знаходиться сенсорний гомункул [42]. Після ампутації такий складний шлях транспортування інформації від периферії та зворотній сигнал до тканин може мати потенціал для утворення та розвитку ФБ. Та-

кож описана здатність гангліозних клітин спинного корінця змінюватись після повного перерізання нерва, вони стають більш активними та чутливими до хімічних і механічних змін з тенденцією до розвитку пластичності в дорсальному розі та інших ділянках [42].

Jiang G. [43] вивчав розвиток пластичності сірої та білої речовини головного мозку у 17 пацієнтів після ампутації правої нижньої кінцівки (13 чоловіків і 14 жінок) та у 18 здорових осіб контрольної групи, використовуючи просторову статистику та аналіз трактографії. За допомогою МРТ в T1-зваженому режимі вони визначали зміни товщини кори білої речовини та фракційної анізотропії. У пацієнтів після ампутації виявили зменшення фракційної анізотропії в ділянці білої речовини правого верхнього променевого вінця правої скроневної частки, лівого і правого нижнього лобно-потиличного пучка. Також ліва премоторна кора в середньому стоншилася з меншими кластерами в зорово-моторних ділянках. У осіб контрольної групи вищезгадані ділянки кори залишились без змін [43].

Kajander K.C. та спів. виявили, що підвищена концентрація глутамату та NMDA (N-метил-D-аспартату) сприяє аллодинії та гіпералгезії [44]. Автори висловлюють думку, що втрата ГАМК-ергічного інгібування та розвиток мієлінізації з проростанням аксонів, індукованих глутаматом впливають на дезадаптивну пластичність та розвиток пам'яті щодо болю та ФБ в кінцівках зокрема [45, 46].

Окрім вищезгаданих нейромедiatorів, норадреналін також має вплив на регуляцію больової чутливості. При підвищенні рівня норадреналіну постгангліонарні симпатичні нервові волокна активуються, що сприяє посиленню відчуття болю.

Li Z. та спів. вважають, що активну участь у реорганізації мозку після ампутації бере мозолисте тіло [47], так як воно гармонізує міжпівкульну функцію і є важливим для інтеграції перцептивних, моторних та інших вольових процесів [48].

При розгляді патогенетичних теорій больових феноменів окреме місце надають генетичній схильності людини до розвитку нейропатичного болю [49]. Невідома загальна кількість генів, пов'язаних із симптомами болю. Дослідження, проведені у Великій Британії за допомогою технології широкого геномного аналізу деталізували майже дві третини генетичних варіантів, пов'язаних із хронічним болем [37]. Було встановлено, що одонуклеотидні поліморфізми в генах GCH1 і KCNS1 посилюють напади хронічного болю у мишей. Ген GCH1 кодує серотонін, оксид азоту та кофактор катехоламіну

[50]. Ген KCNS1 кодує субодиниці калієвих каналів, а генетичні мутації цього гена впливають на збудливість нейронів [37].

Також, фантомні явища можуть модулюватися внутрішніми (тривога та стрес, увага та відволікання, акт фізіологічного відправлення, крововилив у мозок, пролапс міжхребцевого диску) та зовнішніми (зміна погоди, дотик до кукси, використання протеза, реабілітаційно-відновне лікування) факторами. Так, у групі пацієнтів з ампутаціями верхньої кінцівки та використанні функціонального протеза, ФБ зменшувався. Косметичний протез не впливає на динаміку ФБ, натомість фізична реабілітація призводила до зменшення больового синдрому [51].

Заключення

Важливість розуміння відмінностей больових феноменів після ампутації кінцівки має важливе значення через серйозні соматичні, психологічні та соціальні зміни, що їх зазнають такі пацієнти. Потрібно пам'ятати, що один больовий феномен здатен переходити у другий та обтяжуватись третім, що ускладнює їх діагностику та вибір методики лікування. Найчастіше виникає ФБ, який є основною причиною фізичних обмежень та інвалідності, має тенденцію до хронізації та тяжко піддається лікуванню, впливає на якість життя. У деяких пацієнтів ФБ може самостійно поступово зникати в період від декількох місяців до одного року, у інших – тривати десятиліттями. Незважаючи на давню історію вивчення проблеми больових феноменів резидуальної кінцівки, досі немає узгодженої думки щодо визначення та пояснення механізмів виникнення. Патогенез складний, бере початок з периферії та запускає каскад механізмів, які залучають коркові структури мозку, що проявляються значною його реорганізацією в первинній моторній та соматосенсорній ділянках. Як відчуття болю, захисний механізм людського організму стає хронічним після втрати кінцівки? На це питання і досі немає чіткої відповіді. Дані сучасної літератури є достатньо розрізненими та суперечливими, а представлені дослідження не характеризують поточну популяцію пацієнтів, яка істотно змінилась за останні декілька років, що обумовлює потребу подальшого вивчення питання.

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. Penna A, Konstantatos AH, Cranwell W, Paul E, Bruscino-Raiola FR. Incidence and associations of painful neuroma in a contemporary cohort of lower-limb amputees. *ANZ J Surg*. 2018;88(5):491-496. doi: 10.1111/ans.14293.
2. Ehde DM, Czerniecki JM, Smith DG, Campbell KM, Edwards WT, Jensen MP, et al. Chronic phantom sensations, phantom pain, residual limb pain, and other regional pain after lower limb amputation. *Arch Phys Med Rehabil*. 2000;81(8):1039-1044. doi: 10.1053/apmr.2000.7583.
3. Bekrater-Bodmann R, Reinhard I, Diers M, Fuchs X, Flor H. Relationship of prosthesis ownership and phantom limb pain: results of a survey in 2383 limb amputees. *Pain*. 2021;162(2):630-640. doi: 10.1097/j.pain.0000000000002063.
4. Finger S, Hustwit MP. Five early accounts of phantom limb in context: Paré, Descartes, Lemos, Bell, and Mitchell. *Neurosurgery*. 2003;52:675-686. doi: 10.1227/01.neu.0000048478.42020.97.
5. Kaur A, Guan Y. Phantom limb pain: A literature review. *Chin J Traumatol*. 2018;21(6):366-368. doi: 10.1016/j.cjtee.2018.04.006.
6. Diers M, Krumm B, Fuchs X, Bekrater-Bodmann R, Milde C, Trojan J., et al. The Prevalence and Characteristics of Phantom Limb Pain and Non-Painful Phantom Phenomena in a Nationwide Survey of 3,374 Unilateral Limb Amputees. *J Pain*. 2022;23(3):411-423. doi: 10.1016/j.jpain.2021.09.003.
7. Kuffler DP. Origins of Phantom Limb Pain. *Mol Neurobiol*. 2018;55(1):60-69. doi: 10.1007/s12035-017-0717-x.
8. Jiang G, Yin X, Li C, Li L, Zhao L, Evans AC, et al. The Plasticity of Brain Gray Matter and White Matter following Lower Limb Amputation. *Neural Plast*. 2015;2015:823185. doi: 10.1155/2015/823185.
9. Makin TR, Flor H. Brain (re)organisation following amputation: implications for phantom limb pain. *Neuroimage*. 2020;218:116943. doi: 10.1016/j.neuroimage.2020.116943.
10. Flor H, Denke C, Schaefer M, Grüsser S. Effect of sensory discrimination training on cortical reorganisation and phantom limb pain. *Lancet*. 2001;357(9270):1763-4. doi: 10.1016/S0140-6736(00)04890-X.
11. Raffin E, Richard N, Giraux P, Reilly KT. Primary motor cortex changes after amputation correlate with phantom limb pain and the ability to move the phantom limb. *Neuroimage*. 2016;130:134-44. doi: 10.1016/j.neuroimage.2016.01.063.
12. Flor H, Nikolajsen L, Jensen TS. Phantom limb pain: a case of maladaptive CNS plasticity? *Nat Rev Neurosci*. 2006;7:873-81. doi: 10.1038/nrn1991.
13. Dijkstra PU, Geertzen JH, Stewart R, van der Schans CP. Phantom pain and risk factors: a multivariate analysis. *J Pain Symptom Manage*. 2002;24:578-585. doi: 10.1016/s0885-3924(02)00538-9.
14. Larbig W, Andoh J, Huse E, Stahl-Corino D, Montoya P, Seltzer Z, et al. Pre- and postoperative predictors of phantom limb pain. *Neurosci Lett*. 2019;702:44-50. doi: 10.1016/j.neulet.2018.11.044.
15. Jackson MA, Simpson KK. Pain after amputation. *Cont Educ Anaesth Crit Care Pain*. 2004;4:20-23. doi: 10.1093/bjaceaccp/mkh007.
16. International association for the study of pain [Internet]. Washington DC: International association for the study of pain; 1994 [updated 2012]. Available from: <https://www.iasp-pain.org/resources/terminology/#pain>.
17. Ziegler-Graham K, MacKenzie EJ, Ephraim PL, Trivison TG, Brookmeyer R. Estimating the Prevalence of Limb Loss in the United States: 2005 to 2050. *Arch Phys Med Rehabil*. 2008;89:422-429. doi: 10.1016/j.apmr.2007.11.005.
18. Stankevicius A, Wallwork SB, Summers SJ, Hordacre B, Stanton TR. Prevalence and incidence of phantom limb pain, phantom limb sensations and telescoping in amputees: A systematic rapid review. *Eur J Pain*. 2021;25:23-38. doi: 10.1002/ejp.1657.
19. Culp Clayton J, Abdi S. Current Understanding of Phantom Pain and its Treatment. *Pain Physician*. 2022;25:E941-E957.
20. Nikolajsen L, Jensen TS. Phantom limb pain. *Br J Anaesth*. 2001;87:107-116. <https://doi.org/10.1093/bja/87.1.107>.
21. Sherman RA, Sherman CJ. Prevalence and characteristics of chronic phantom limb pain among American veterans. Results of a trial survey. *Am J Phys Med*. 1983;62:227-38.
22. Houghton AD, Nicholls G, Houghton AL, Saadah E, McColl L. Phantom Pain: natural history and association with rehabilitation. *Ann R Coll Surg Engl*. 1994;76:22-5.
23. Wartan SW, Hamann W, Wedley JR, McColl I. Phantom pain and sensation among British veteran amputees. *Br J Anaesth*. 1997;78:652-9. doi: 10.1093/bja/78.6.652.
24. Purushothaman S, Kundra P, Senthilnathan M, Sistla SC, Kumar S. Assessment of efficiency of mirror therapy in preventing phantom limb pain in patients undergoing below-knee amputation surgery-a randomized clinical trial. *J Anesth*. 2023;37(3):387-393. doi: 10.1007/s00540-023-03173-9.
25. Kooijman CM, Dijkstra PU, Geertzen JHB, Elzinga A, Schans CP. Phantom pain and phantom sensations in upper limb amputees: an epidemiological study. *Pain*. 2000;87:33-41. doi: 10.1016/S0304-3959(00)00264-5.
26. Nikolajsen L, Ilkjær S, Krøner K, Christensen JH, Jensen TS. The influence of preamputation pain on postamputation stump and phantom pain. *Pain*. 1997;72:393-405. doi: 10.1016/s0304-3959(97)00061-4.
27. Wilkins KL, McGrath PJ, Finley GA, Katz J. Phantom limb sensations and phantom limb pain in child and adolescent amputees. *Pain*. 1998;78:7-12. doi: 10.1016/S0304-3959(98)00109-2.
28. Griffin SC, Alphonso AL, Tung M, Finn S, Perry Briana N., Hill W, et al. Characteristics of phantom limb pain in U.S. civilians and service members. *Scand J Pain*. 2021;16:22(1):125-132. doi: 10.1515/sjpain-2021-0139.
29. Katz J, Melzack R. Pain 'memories' in phantom limbs: review and clinical observations. *Pain*. 1990;43:319-36. doi: 10.1016/0304-3959(90)90029-D.
30. Fraser CM, Halligan PW, Robertson IH, Kirker SG. Characterising phantom limb phenomena in upper limb amputees. *Prosthet Orthot Int*. 2001 25:235-242. doi: 10.1080/03093640108726607.
31. Fuchs X, Bekrater-Bodmann R, Flor H: Phantom Pain: The Role of Maladaptive Plasticity and Emotional and Cognitive Variables. In: Pickering G, Gibson S, editors. *Pain Emot Cogn Springer*. 2015;189-208. DOI:10.1007/978-3-319-12033-1_12.
32. Horgan O, MacLachlan M. Psychosocial adjustment to lower-limb amputation: a review. *Disabil. Rehabil*. 2004;26(14-15):837-50. doi: 10.1080/09638280410001708869.
33. Giummarra MJ, Georgiou-Karistianis N, Nicholls MER, Gibson SJ, Chou M, Bradshaw JL. Corporeal awareness and proprioceptive sense of the phantom. *Br J Psychol*. 2010;101(4):791-808. doi: 10.1348/000712610X492558.

34. Weiss T. Phantom sensations. In book: Human Haptic Perception: Basics and Applications. 2008;283-294. DOI:10.1007/978-3-7643-7612-3_23.
35. Ramachandran VS, Blakeslee S. Phantoms in the brain: probing the mysteries of the human mind. American Journal of Psychiatry. 2000;157(5):841-5. <https://doi.org/10.1176/appi.ajp.157.5.841>.
36. Nikolajsen L, Ilkjær S, Jensen TS. Relationship between mechanical sensitivity and postamputation pain: a prospective study. Eur J Pain. 2000;4:1-8. doi: 10.1053/eujp.2000.0194.
37. Srivastava D. Chronic post-amputation pain: peri-operative management - Review. Br J Pain. 2017;11:192-202. doi: 10.1177/2049463717736492.
38. Chabal C, Jacobson L, Russell L, Burchiel KJ. Pain responses to perineuromal injection of normal saline gallamine, and lidocaine in humans. Pain. 1989;36:321-5. doi: 10.1016/0304-3959(89)90091-2.
39. Tang YY, Lu Q, Fan M. Mechanisms of white matter changes induced by meditation. Proc Natl Acad Sci USA. 2012;109:10570-10574. <https://doi.org/10.1073/pnas.1207817109>.
40. Zatorre RJ, Fields RD, Johansen-Berg H. Plasticity in gray and white: neuroimaging changes in brain structure during learning. Nat Neurosci. 2012;15:528-536.
41. Lemons ML. Locate the lesion: a project-based learning case that stimulates comprehension and application of neuroanatomy. J Undergrad Neurosci Educ. 2017;15:C7-C10.
42. Büntjen L, Hopf JM, Merkel C. Somatosensory misrepresentation associated with chronic pain: spatiotemporal correlates of sensory perception in a patient following a complex Regional pain syndrome spread. Front Neurol. 2017;8:142. doi: 10.3389/fneur.2017.00142.
43. Jiang G, Yin X, Li C. The plasticity of brain gray matter and white matter following lower limb amputation. Neural Plast. 2015;823185. doi: 10.1155/2015/823185.
44. Kajander KC, Wakisaka S, Bennett GJ. Spontaneous discharge originates in the dorsal root ganglion at the onset of a painful peripheral neuropathy in the rat. Neurosci Lett. 1992;138:225-228. doi: 10.1016/0304-3940(92)90920-3.
45. Koga K, Li S, Zhuo M. Metabotropic glutamate receptor dependent cortical plasticity in chronic pain. Curr Neuropharmacol. 2016;14:427-434. doi: 10.2174/1570159x13666150425002304.
46. Flor H, Elbert T, Knecht S. Phantom-limb pain as a perceptual correlate of cortical reorganization following arm amputation. Nature. 1995;375:482-484. doi: 10.1038/375482a0.
47. Li Z, Li C, Fan L, Jiang G, Wu J, Jiang T, et al. Altered microstructure rather than morphology in the corpus callosum after lower limb amputation. Sci Rep. 2017;7:44780. doi: 10.1038/srep44780.
48. Gazzaniga MS. Cerebral specialization and interhemispheric communication: does the corpus callosum enable the human condition? Brain: a journal of neurology. 2000;123:1293-1326. doi: 10.1093/brain/123.7.1293.
49. Mogil JS. The genetic mediation of individual differences in sensitivity to pain and its inhibition. Proc Natl Acad Sci USA. 1999;96:7744-51. doi: 10.1073/pnas.96.14.7744.
50. Latremoliere A, Costigan M. GCH1, BH4 and pain. Curr Pharm Biotechnol. 2011;12:1728-1741. DOI: 10.2174/138920111798357393.
51. Weiss T, Miltner WH, Adler T, Bruckner L, Taub E. Decrease in phantom limb pain associated with prosthesis-induced increased use of an amputation stump in humans. Neurosci Lett 1999;272:131-4. DOI: 10.1016/s0304-3940(99)00595-9.

Differential Diagnosis of Pain Phenomena in the Residual Limb (Literature Review)

Turchyn O.A.^{1✉}, Piatkovskyi V.M.¹, Yevlantieva T.A.¹, Kharchyk V.S.¹, Liabakh A.P.¹
¹SI «Institute of Traumatology and Orthopedics of NAMS of Ukraine», Kyiv, Ukraine

Summary. Objective. Analysis of the literature devoted to etiology and pathogenesis, clarification of definitions, and differential diagnosis of pain phenomena in the residual limb. **Materials and Methods.** This publication is a descriptive literature review based on an analysis of available literature sources retrieved from library databases of the National Library of Ukraine named after V.I. Vernadsky, PubMed, and the Cochrain Database. **Results and Discussion. Conclusions.** Pain phenomena in the residual limb include phantom limb pain, phantom limb sensations, and stump pain. One type of pain may progress into another and be aggravated by a third, which complicates their diagnosis and the choice of treatment methods. Phantom limb pain is the most common; it is the main cause of physical limitations and disability, tends to become chronic, is difficult to treat, and affects the quality of life. The pathogenesis is complex and is associated with functional reorganization in the primary somatosensory cortex. The current literature on the topic is quite fragmented and contradictory. The studies presented do not characterize the current patient population, which has significantly changed over the past few years. This highlights the need for further study of the issue.

Keywords: amputation; phantom pain; residual limb pain; phantom limb sensations.

Сучасні аспекти застосування комп'ютер-асистованих апаратів зовнішньої фіксації (Огляд літератури)

Суворов В.Л.¹✉, Євлантьєва Т.А.¹, Кулик Ю.А.¹, Козік Є.В.¹, Ларкевич О.Г.¹, Дем'ян Ю.Ю.¹

Резюме. Застосування комп'ютер-асистованих апаратів зовнішньої фіксації (КААЗФ) є ефективним і малоінвазивним методом для корекції багатоплощинних деформацій та дефектів кісток у дітей і дорослих. Вони дозволяють досягти кращого ступеня корекції порівняно з класичним апаратом Ілізарова, забезпечуючи меншу кількість ускладнень. Серед найефективніших КААЗФ виділяють просторову рамку братів Taylor (TSF) та Orthex Hexapod System. Окрім того, високу точність корекції з мінімізацією похибок демонструє роботизована система «Auto Strut». Основні ускладнення при використанні КААЗФ — поверхневі інфекції, тимчасові контрактури суглобів та сповільнена консолидація, які зазвичай лікуються консервативно.

Ключові слова: комп'ютер-асистовані апарати зовнішньої фіксації, деформація кінцівки.

Вступ

Добре відомо, що ряд вроджених, посттравматичних або дегенеративних патологічних станів можуть призвести до таких наслідків, як деформації довгих кісток кінцівок, контрактури суглобів та критичні кісткові дефекти (всі вони візуально проявляються деформаціями кінцівок). Відсутність своєчасного та ефективного лікування вищезгаданих наслідків може призвести до значного погіршення якості життя пацієнтів, обмеження рухливості, больового синдрому та розвитку вторинних патологічних змін у суглобах. Також виникає ціла низка проблем під час хірургічної корекції деформацій кінцівок, до яких відносять: ризик відторгнення трансплантату, інфекційні ускладнення та довготривалий період реабілітації. Таким чином, хірургічна корекція деформацій довгих кісток кінцівок, контрактур суглобів та лікування критичних кісткових дефектів досі залишається складним завданням. У зв'язку з цим впровадження сучасних методів корекції деформацій із застосуванням комп'ютер-асистованих апаратів зовнішньої фіксації (КААЗФ) сталореволюційним підходом у цій галузі.

На сьогодні, КААЗФ є одними із найефективніших методів лікування деформацій кінцівок. Їх перевагами є: стабільна фіксація кісткових фрагментів, поступова корекція деформації та керований

дистракційний остеогенез. Серед найбільш поширених систем КААЗФ виділяють просторову рамку братів Taylor (TSF), однак широкого вжитку набувають на сьогодні й інші КААЗФ типу «Orthex» та «Maxframe». Використання комп'ютерних технологій під час корекції деформацій кінцівок значно підвищує точність корекції, дозволяє персоналізувати лікування та забезпечити кращі результати.

Мета огляду літератури: 1) узагальнення сучасних підходів до лікування деформацій кінцівок за допомогою КААЗФ; 2) розглядання переваг та недоліків застосування різних типів КААЗФ; 3) оцінка ефективності КААЗФ у лікуванні складних деформацій кінцівок; 4) порівняльний аналіз ефективності різних типів КААЗФ; 5) аналіз ускладнень та прогнозування результатів лікування за допомогою різних типів КААЗФ; 6) визначення місця КААЗФ у лікуванні наслідків бойової травми.

Критерії відбору публікацій для огляду літератури.

Для проведення огляду літератури були відібрані наукові статті, що висвітлюють сучасні методи корекції деформацій кінцівок із використанням КААЗФ. Основними критеріями відбору публікацій були наступні: публікація у фаховому індексованому журналі, доступність повного тексту публікації, актуальність (не старше 10 років), опис клінічних результатів лікування, аналіз ефективності застосування КААЗФ, опис переваг та недоліків у різних клінічних випадках та наявність порівняльного аналізу застосування різних типів КААЗФ один з одним та з класично описаним апаратом

✉ Суворов В.Л., vasil_suvorov@ukr.net

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

Ілізарова. Джерела інформації були відібрані з наукометричних баз даних, таких як PubMed, Scopus, Web of Science та Google Scholar.

Загальний огляд КААЗФ типу «гексапод»

КААЗФ типу «гексапод» з 2004 року стали революційним інструментом у сучасній ортопедії, особливо при корекції складних деформацій кінцівок. Вони відрізняються високою точністю, можливістю одночасної корекції в різних площинах та міні-інвазивністю [1-6]. Найвідомішим представником цього класу пристроїв є просторова рамка братів Taylor (TSF), яка широко використовується для лікування деформацій кісток та суглобів, сповільненої консолидації кісток та подовження сегментів кінцівок [7-13].



Рис. 1. КААЗФ типу «Taylor Spatial Frame – TSF»
(джерело – <https://uat-cd.smith-nephew.com/>).

Принцип роботи КААЗФ базується на принципі паралельної кінематики, що дозволяє здійснювати точну корекцію деформацій за допомогою шести регульованих стрижнів; кожен із шести стрижнів фіксатора може регулюватися незалежно, що забезпечує високу точність корекції (рис.1). Така конструкція надає можливість корекції складних, багатоплощинних деформацій кінцівок з урахуванням усіх шести ступенів свободи (переміщення та обертання в трьох площинах – фронтальній, сагітальній та аксіальній) [10]. Особливість цієї будови металофіксатора дозволяє ортопеду точно

розраховувати параметри корекції за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення, що зменшує ризик помилок [14, 15].

Аналогічно з іншими апаратами зовнішньої фіксації (АЗФ), використання КААЗФ вимагає етапного лікування із дотриманням певних кроків для досягнення корекції деформації. До цих етапів відносять: 1) планування з використанням програмного забезпечення для розрахунку параметрів корекції; 2) монтаж КААЗФ з попередньо запланованим розміщенням кілець/напівкілець фіксатора на сегментах кістки з урахуванням анатомічних особливостей; 3) поступова корекція деформації з регулюванням довжини кожного зі стрижнів фіксатора згідно з планом, який було отримано в ході післяопераційного планування корекції деформації; 4) витримування періоду стабілізації після досягнення запланованої корекції для забезпечення стабільного зрощення сегментів кістки [10-17].

Однак, у порівнянні з традиційними АЗФ (такими як апарат Ілізарова) КААЗФ мають ряд переваг при корекції деформацій. У експериментальному дослідженні Fenton C et al. (2021 р.) порівнювались характеристики жорсткості двох систем КААЗФ (TrueLok-Hex (TL-HEX) та Taylor spatial frame (TSF) із традиційним апаратом системи Ілізарова [19]. Автори дійшли висновку, що обидві системи КААЗФ мали меншу жорсткість при осьовому навантаженні (407,9 та 366,2 Н/мм відповідно проти 514,6 Н/мм), однак, більшу жорсткість під час згинання (63,3 та 68,6 Н/мм відповідно проти 62,7 Н/мм) та скручування (27,8 та 31,8 Н/мм відповідно проти 10,2 Н/мм). Також, є ряд робіт присвячених порівнянню клініко-рентгенологічних результатів після застосування КААЗФ та апарату Ілізарова. Так, в роботі Reitenbach E, et al. (2016 р.) [18] при порівнянні КААЗФ та апарату Ілізарова для корекції деформацій та подовження сегментів нижньої кінцівки було виявлено меншу кількість проблем під час застосування КААЗФ (12,1% проти 50%), меншу кількість інфекційних ускладнень (9,1% проти 40%) та кращу якість досягнення запланованого рівня корекції (0% відхилень від запланованого результату в групі КААЗФ проти 36,8% в групі порівняння). Проте, автори також зазначили, що всі вищезгадані проблеми та ускладнення суттєво не позначились на остаточному клінічному результаті ($p > 0,05$ за даними порівняння функціональних шкал). Аналогічно, у своєму дослідженні Manggala et al. (2018 р.) порівнювали ефективність АЗФ типу Ilizarov та TSF для корекції деформацій стопи та гомілкостопного суглоба. Автори зробили висновок, що TSF забезпечують більшу точність корекції ($p = 0,033$), кращі післяопераційні результати (за даними шкал

VAS-FA, $p=0,01$ та SF-36, $p=0,018$) і мають тенденцію до меншої кількості ускладнень, хоча і не статистично достовірно (28,6% в групі КААЗФ проти 71,4% в групі порівняння при $p=0,286$) [36]. Також, системи КААЗФ мають ряд переваг над апаратами Ілізарова при лікуванні значних кісткових дефектів. Так, у дослідженні Sheridan GA et al. (2023 р.) автори порівнювали КААЗФ та апарати Ілізарова для закриття кісткових дефектів [37]; було зроблено висновок, що КААЗФ мають безперечну перевагу перед апаратами Ілізарова з точки зору часу досягнення консолідації (253 дні проти 449; $p = 0,0001$) та рентгенологічних показників (індекс консолідації складав 59,1 днів/см в групі КААЗФ проти 87,5 днів/см при $p = 0,0001$; індекс АЗФ складав в групі КААЗФ 72,3 днів/см проти 96,1 днів/см при $p = 0,0009$). Аналогічно, у дослідженні Shi, B. et al. (2024 р.) [7] при порівнянні КААЗФ та апарату Ілізарова для виконання «кісткового транспорту» було доведено, що застосування КААЗФ скорочує тривалість хірургічного втручання ($93,8 \pm 7,3$ хв проти $109,8 \pm 1,4$ хв, $p < 0,05$), забезпечує кращий рівень корекції деформації (показники кутів МРТА та РРТА у група КААЗФ складали $88,1 \pm 12,1$ та $80,9 \pm 1,3$ градусів, відповідно проти $84,4 \pm 2,4$ та $76,2 \pm 1,9$ градусів в групі порівняння, $p < 0,05$) та дає меншу кількість ускладнень (50% в групі КААЗФ проти 75% в групі порівняння). Хоча варто зазначити, що віддаленні клінічні результати за шкалою ASAMI суттєво не різнялись ($p > 0,05$).

Основною перевагою КААЗФ є їх універсальність, що дозволяє використовувати їх для лікування широкого спектру патологій. Крім того, застосування комп'ютерних розрахунків дозволяє здійснювати додаткову корекцію деформації в процесі лікування без додаткових оперативних втручань, що зменшує ризик ускладнень [1, 10]. Проте, КААЗФ типу «гексапод» мають і певні недоліки. Основним з них є висока вартість та складність у використанні, що обмежує можливість їх застосування в певних регіонах; окрім того, необхідна висока кваліфікація ортопеда у застосуванні АЗФ для коректного налаштування параметрів пристрою та запланованої корекції у спеціальному додатку [1]. Для усунення людського фактору та підвищення якості корекції деформації в 2021 році Gigi et al. було запропоновано новітній підхід до використання КААЗФ та описано роботизовану систему «Auto Strut», яка автоматично регулює положення стрижнів фіксатора без втручання пацієнта [6]. Автори підкреслили високу точність корекції; корекція деформації відмічалась у 100%, а відхилення зміщення фрагментів від запланованого рівня корекції склало до 1 мм в 94% випадків.

Також, для збільшення точності корекції деформації було ініційовано застосування технології 3D. Так, Burton NJ et al. в 2024 році запропонував застосування персоналізованих шаблонів для остеотомії на передопераційному етапі планування [3].

Основними показання до використання КААЗФ є:

- Вроджені вади розвитку та деформації у дітей та дорослих (такі як ахондроплазія або хвороба Блаунта, клишоногість, наслідки вітамін Д-залежного рахіту, гіпоплазії або аплазії кісток нижньої кінцівки та інші) [4, 6, 9, 17, 18, 22, 23, 27, 29, 32, 38];
- Корекція посттравматичних деформацій та для закриття кісткових дефектів (хибний суглоб або сповільнена консолідація, вторинні деформації та дефекти довгих кісток кінцівок) [2, 7, 8, 12, 14, 15, 29, 30, 31, 34, 38];
- Лікування деформацій стопи у дітей та дорослих [16, 35, 36];
- Наслідки інфекційних процесів (кісткові дефекти після дебрідменту інфекційного вогнища, вторинні деформації кісток) [20, 23, 26];
- Гостре вкорочення сегментів кісток для первинного закриття дефектів м'яких тканин із подальшою поступовою дистракцією та корекцією деформацій [5, 24, 37];
- Лікування переломів великогомілкової кістки [25, 28].

Однак, не було знайдено публікацій із застосуванням КААЗФ для корекції посттравматичних деформацій та дефектів довгих кісток кінцівок у пацієнтів внаслідок бойової травми. Враховуючи значну кількість постраждалих військових та цивільних внаслідок вторгнення РФ на територію України, КААЗФ мають широке поле до застосування. Дослідження особливостей впливу саме бойової травми на застосування вищезгаданих апаратів є актуальним та затребуваним станом на даний час.

Результати застосування КААЗФ типу «гексапод» в педіатричній практиці

Застосування КААЗФ у дітей є важливим напрямком сучасної ортопедії, оскільки дозволяє малоінвазивно та точно корегувати переважну більшість вроджених та набутих деформацій кінцівок. Такі захворювання, як ахондроплазія, хвороба Блаунта, вітамін Д-залежний та резистентний рахіт, аплазія/гіпоплазія кісток нижньої кінцівки є найпоширенішими показаннями до використання КААЗФ в педіатричній практиці [4, 6, 9, 18, 22, 27, 29]. У своїй статті Horn et al. (2017 р.) описують використання TSF для корекції деформацій та подовження кінцівок у дітей із вродженими вадами розвитку та підкреслюють високу точність

досягнутої корекції та відмінні подальші клінічні результати [27]. Аналогічно, у дослідженні Mare et al. (2022 р.) було показано досягнення стабільного виправлення деформації при хворобі Блаунта у дітей без серйозних ускладнень [22]. Також КААЗФ широко застосовуються для ізольованого подовження кісток або симультанного подовження кісток із корекцією деформацій (як у випадку аплазії/гіпоплазії стегнової, малогомілкової та великогомілкової кісток) [29].

Посттравматичні деформації у дітей (аналогічно з дорослими пацієнтами) потребують хірургічної корекції, яку можна досягти із застосуванням КААЗФ. У своїй статті Liu et al. (2021 р.) описує використання КААЗФ типу «гексапод» для корекції посттравматичних деформацій гомілки у дітей з досягненням добрих та стабільних результатів навіть у складних випадках [28]. Аналогічно, у дослідженні Galal (2024 р.) було встановлено високу ефективність використання КААЗФ типу «гексапод» для лікування посттравматичних деформацій у дітей з вродженими вадами розвитку, які вже мали попередні хірургічні втручання [30].

Незважаючи на високу ефективність застосування КААФЗ у дітей, їх використання супроводжується певними ускладненнями. Найпоширенішим

ускладненням є поверхневий інфекційний процес в місцях введення шпиль або стрижнів, що вимагає консервативного лікування (антибіотикотерапія та локальна гігієна) [9, 22, 27]. У своїй статті Horn et al. (2017 р) показали, що частота ускладнень при лікуванні різних вроджених та набутих деформацій кінцівок у дітей може перевищувати 100% (декілька ускладнень можуть бути наявними у одного пацієнта), однак, переважна більшість цих ускладнень є тимчасовими та піддаються консервативному лікуванню; менше 5% пацієнтів потребували подальших хірургічних втручань [27]. Незважаючи на вищезгадану частоту ускладнень, довгострокові клініко-рентгенологічні результати у переважної більшості пацієнтів (85-98%) є відмінними або добрими; в довгостроковій перспективі ці діти мають високу якість життя та відсутність рецидивів деформацій [27, 29]. Більш того, у дослідженні Messner et al. (2021 р.) було доведено, що коректне передопераційне планування корекції та ретельний післяопераційний догляд за фіксатором значно знижують ризик виникнення ускладнень [9].

Основні види патології у дітей, при яких застосовуються КААЗФ типу «гексапод» та результати їх лікування представлено в таблиці 1.

Таблиця №1

Результати застосування КААЗФ типу «гексапод» в педіатричній практиці

Цит:	Тип КААЗФ	Показання	N вип.	Результати	Ускладнення/проблеми
[4]	Smart Correction Frame (SCF)	Гіпоплазія/аплазія кісток гомілки, хвороба Блаунта, множинна епіфізарна дисплазія, ахондроплазія, вроджений хибний суглоб великогомілкової кістки, хвороба Ollier та інші BVP* нижньої кінцівки	54	Корекція досягнута одним налаштуванням ПЗ – 89%, подальша корекція ПЗ – 11%. РЕНТГЕНОЛОГІЧНИЙ РЕЗУЛЬТАТ Точність корекції різниці довжини = 96,3%; різниці довжини та деформації = 95,7% та 85,1% відповідно; одноплосинної деформації = 85,2%; багатоплосинної деформації = 80,2%.	Поверхнева інфекція – 14,8%; глибока інфекція – 3,7%; незрощення – 3,7%; перелом регенерату – 3,7%; еквінусна деформація стопи – 1,9%
[6]	Auto Strut System	Ідіопатична варусна деформація, гемігіпертрофія, гіпо/аплазія кісток гомілки, хвороба Блаунта, хвороба Ollier, ахондроплазія	10	РЕНТГЕНОЛОГІЧНИЙ РЕЗУЛЬТАТ Тривалість дистракції – 49,8 днів. Індекс дистракції – 12,2 дні/см.. Тривалість консолидації – 104 дні. Індекс консолидації – 38 днів/см. Похибка дистракції (в мм.): 1 мм – 94%; 2-3 мм – 6%.	
[9]	TSF	Аплазія/гіпоплазія малогомілкової кістки, посттравматичні деформації, наслідки септичного артрити, гемігіпертрофія, хвороба Блаунта, рекурвація колінного суглобу, задньомедіальна деформація великогомілкової кістки	18	Корекція досягнута одним налаштуванням ПЗ – 25%, подальша корекція ПЗ – 75%. Тривалість лікування – 230 днів. РЕНТГЕНОЛОГІЧНИЙ РЕЗУЛЬТАТ Індекс АЗФ – 41 день/см. Відхилення МРТА* від запланованого = 2,3°; відхилення РРТА* від запланованого = 0,6°	Поверхнева інфекція – 40%;

[9]	Orthex Hexapod System	Аплазія/гіпоплазія малогомілкової кістки, ахондроплазія, наслідки поліомієліту, хвороба Блаунта, синдроми Leri-Weil та Turner, мукополісахаридоз	25	Корекція досягнута одним налаштуванням ПЗ – 86,4%, подальша корекція ПЗ – 13,6%. Тривалість лікування – 203 дні. РЕНТГЕНОЛОГІЧНИЙ РЕЗУЛЬТАТ Індекс АЗФ – 43 дні/см. Відхилення МРТА* від запланованого = 0,1°; відхилення РРТА* від запланованого = 1,6°	Поверхнева інфекція – 18%;
[18]	TSF	Багатопощинні деформації нижніх кінцівок при вродженій та набутій патології.	33	Тривалість лікування – 192,1 день. РЕНТГЕНОЛОГІЧНИЙ РЕЗУЛЬТАТ Період дистракції – 68,7 дні. Індекс дистракції – 11,6 дні/см. Індекс консолідації – 11,7 дні/см. Корекція досягнута – 78,8%. LLD* перед операцією – 53,7 мм, у віддалений період – 15,3 мм. КЛІНІЧНИЙ РЕЗУЛЬТАТ TKS* – 85,4/100 бб. KFS* – 80,4/100 бб. SF-36* – 43,15 бб.	Поверхнева інфекція – 9%; втрата корекції деформації – 0%
[22]	TSF	Інфантильна та адолесцентна форма хвороби Блаунта	25	Тривалість лікування – 136 днів. РЕНТГЕНОЛОГІЧНИЙ РЕЗУЛЬТАТ Період корекції – 16 днів. МРТА* до операції – 59°, після корекції – 86°, ступінь корекції – 27° -РРТА* до операції – 64°, після корекції – 79°, ступінь корекції – 13° -внутрішня ротація – 15°, після корекції – норма (0–15° зовнішньої ротації) -ТГА* до операції – +28° (varus), після корекції – -1.8° (valgus), ступінь корекції – 29.8° Ступінь корекції: добра - 55%, задовільна - 35%, незадовільна - 10%	Поверхнева інфекція – 100%; рецидив деформації – 8%, похибка налаштування ПЗ – 4%, сповільнена консолідація – 4%
[27]	TSF	Вроджені (Група 1) та набуті деформації нижніх кінцівок (Група 2): аплазія/гіпоплазія кісток нижньої кінцівки, прояви рахіту, скелетні дисплазії; наслідки інфекційного або травматичного пошкодження зони росту	213	Корекція досягнута одним налаштуванням ПЗ – 88,3%, подальша корекція ПЗ – 11,7% Тривалість лікування: -228 днів (Група 1) -186 днів (Група 2) РЕНТГЕНОЛОГІЧНИЙ РЕЗУЛЬТАТ Індекс дистракції : -66 днів/см (Група 1) та -60 днів/см (Група 2) Корекція досягнута – 93,5% Резидуальна деформація (2-5°): 5,6%. Резидуальна різниця довжини ніг ≥ 1 см: 0,9%.	Тимчасова поверхнева інфекція – майже всі (*цифр не надано), сповільнена консолідація – 4,2%, перелом регенерату – 3,7%, остеомієліт – 0,5%, компартмент-синдром – 0,9%, нейропатія – 0,5%, підвих суглобу – 0,5%
[29]	TSF	Посттравматичні деформації (Група 1), хвороба Блаунта (Група 2), наслідки рахіту (Група 3), інші деформації нижньої кінцівки (Група 4)	55	Тривалість лікування: -127,5 дні (Група 1) -108,2 дні (Група 2) -125,8 дні (Група 3) -162,2 дні (Група 4) РЕНТГЕНОЛОГІЧНИЙ РЕЗУЛЬТАТ Корекція досягнута: -Група 1 - 100% -Група 2 – 100% -Група 3 - 100% -Група 4 – 92,3%	Поверхнева інфекція – 36,4%, сповільнена консолідація – 5,4%, перелом регенерату – 3,6%, деформація регенерату – 1,8%, Підвих суглобу – 1,8%, хронічний остеомієліт – 1,8%

*BBP (вроджені вади розвитку); МРТА (medial proximal tibial angle – медіальний проксимальний кут великогомілкової кістки), РРТА (posterior proximal tibial angle – задній проксимальний кут

великогомілкової кістки), TKS (Total Knee Score – загальний бал колінного суглоба), KFS (Knee Function Score – функціональний бал колінного суглоба), TAS (Tegner Activity Score – рівень

активності за Тегнером), SF-36 (Short Form Survey Instrument – опитувальник загального стану здоров'я), TFA (tibia-femoral angle – стегно-великогомілковий кут).

Застосування КААЗФ у дорослих пацієнтів

КААЗФ також широко використовуються для лікування складних деформацій та дефектів кісток у дорослих. Деформації гомілки (в тому числі посттравматичні) є одними з найпоширеніших показань до використання КААЗФ у дорослих. Висока ефективність застосування КААЗФ описана в роботі Liu et al. (2021 р.), де було показано, що дані апарати дозволяють коригувати багатоплощинні деформації гомілки з похибкою корекції до 2-3 мм та 1-2 градуси [28].

Дефекти кісток, що виникають внаслідок лікування інфекційних процесів, резекції пухлин або важких травм, часто потребують застосування методів дистракційного остеогенезу. У дослідженні Nariyan S.V. та співавт. [5] проаналізовано результати лікування 39 пацієнтів із сегментарними кістковими дефектами, отриманими внаслідок бойових травм, за допомогою дистракційного остеогенезу. Застосування різних технік кісткового транспорту, включаючи використання кільцевих апаратів зовнішньої фіксації та інтрамедулярних стрижнів, дозволило досягти позитивних клінічних результатів та зменшити час перебування пацієнтів у фіксаційних пристроях. Це підкреслює ефективність дистракційного остеогенезу в лікуванні складних кісткових дефектів, особливо в умовах бойових травм.

Іншим показанням для застосування КААЗФ

є набуті деформації стопи (такі як артропатія Шарко або еквінусна деформація стопи). У статті Lahoti et al. [16] описує використання TSF для корекції деформацій стопи при артропатії Шарко та повідомляє про 90% ефективність даної технології. Аналогічно, у дослідженні Dabash et al. [35] було продемонстровано високу ефективність TSF у лікуванні еквінусної деформації стопи.

Ще одним малопоширеним, однак важливим показанням до застосування КААЗФ є гіпертрофічний хибний суглоб; в своїй роботі Ferreira et al. [11] описують техніку лікування гіпертрофічного хибного суглобу великогомілкової кістки з використанням TSF, де авторам вдалось скоригувати деформацію та досягти зрощення сегментів кістки за допомогою поступової дистракції.

Однак, аналогічно і з педіатричною практикою, застосування КААЗФ у дорослих супроводжується певними ускладненнями. Найпоширенішими ускладненнями є інфекційні процеси в місцях введення шпиль/стрижнів, тимчасові контрактури суглобів та сповільнена консолидація.

Проте, незважаючи на описані недоліки, загалом довгострокові результати після застосування КААЗФ у дорослих є відмінними або добрими (93-100% випадків). Так, пацієнти досягають повного відновлення функції кінцівки та задовільного косметичного результату [2, 5, 7, 20], мають високу якість життя (88,6%) та відсутність рецидивів у подальшому [15, 24, 35].

Основні види патології у дорослих пацієнтів, при яких застосовуються КААЗФ та результати їх лікування представлено в таблиці 2.

Таблиця №2

Результати застосування КААЗФ у дорослих

Цит:	Тип КААЗФ	Показання	N вип.	Результати	Ускладнення
[2]	Ortho-SUV	Посттравматичні навколосуглобові деформації сегментів нижньої кінцівки	27	Корекцію досягнуто одним налаштуванням ПЗ в 58,3%, подальша корекція ПЗ в 41,7%. РЕНТГЕНОЛОГІЧНИЙ РЕЗУЛЬТАТ Термін досягнення корекції – 14,9 дні. Досягнуто корекцію – 92,7% Передопераційний DSS* = 18,7, післяопераційний DSS* = 1,5 КЛІНІЧНИЙ РЕЗУЛЬТАТ Ефективність: -відмінна – 92,6% -добра – 3,7% -задовільна – 0% -незадовільна – 3,7%	Не досягнуто запланованої корекції – 7,3%
[5]	Ortho-SUV	Сегментарні дефекти кісток, що виникли внаслідок бойових травм (вогнепальні, мінно-вибухові); наявність інфекційного процесу	39	Перебування в АЗФ – 309 днів РЕНТГЕНОЛОГІЧНИЙ РЕЗУЛЬТАТ Період корекції деформації – 13,2 днів Період дистракції – 59,6 дні Індекс АЗФ – 96,8 днів/см Консолидація досягнута – 100%	Поверхнева інфекція – 43,6%; контрактури суглобів – 20,5%; затримка зрощення в зоні докінгу – 10,3%; глибока інфекція – 5,1%.

		(остеомиєліт), коли неможливо використати внутрішню фіксацію; м'якотканинні дефекти, які потребують контрольованого управління положенням уламків; необхідність дистракційного остеогенезу (зокрема, кістковий транспорт).		Корекція досягнута – 872% Рентгенологічний результат за ASAMI*: відмінний – 84,6% добрий – 15,4% КЛІНІЧНИЙ РЕЗУЛЬТАТ Функціональний результат за ASAMI*: відмінний – 51,3% гарний – 28,2% задовільний – 17,9% незадовільний – 2,6% Функціональний результат за LEFS*: 66,4% одразу після зняття АЗФ 85,9% через 6 місяців 90,8% через 12 місяців	
[7]	TSF	Техніка «кістковий транспорт» для закриття дефектів >3 см. (посттравматичних та після інфекційних ускладнень)	30	Тривалість лікування – 291 день. РЕНТГЕНОЛОГІЧНИЙ РЕЗУЛЬТАТ Індекс АЗФ – 1,4 міс/см. МРТА* = 88,1°, РРТА* = 80,9°. Рентгенологічний результат за ASAMI*: -відмінний – 80% -добрий – 20% КЛІНІЧНИЙ РЕЗУЛЬТАТ Функціональний результат за ASAMI*: -відмінний – 70% -добрий – 23,3% -задовільний – 6,7% -незадовільний – 0%	Поверхнева інфекція – 30%; тимчасова контрактура суглобу – 10%; сповільнена консолидація – 6,7%; перелом регенерату – 3,3%.
[12]	Q Spatial Fixator (QSF)	Вальгусна варусна деформація колінного суглобу з різницею довжини ніг; КААЗФ на гомілку у комбінації з коригувальною остеотомією стегнової кістки та МОС пластиною	25	Тривалість лікування – 112,8 днів. РЕНТГЕНОЛОГІЧНИЙ РЕЗУЛЬТАТ Різниця довжини ніг – 0,32 см. Корекція НКА* = 13,33°, НКА* у віддалений період = 1,95°. Корекція MAD* = 45,68 мм.; MAD* у віддалений період = 5,59 мм. Корекція МРТА* = 14,1°, МРТА* у віддалений період = 87,38°. КЛІНІЧНИЙ РЕЗУЛЬТАТ AKSS-O* до операції – 71,15; у віддалений період – 94,81. AKSS-F* до операції – 62,92; у віддалений період – 90,27. Шкала активності Tegner до операції – 2,81; у віддалений період – 6,19.	Глибока інфекція – 0%; сповільнена консолидація – 0%;
[14]	TSF	Варусна, вальгусна деформація колінного суглобу, вкорочення кінцівки (групи А, В, С, відповідно).	23	Тривалість лікування: -група А – 323,4 дні -група В – 244,2 дні -група С – 208,2 дні РЕНТГЕНОЛОГІЧНИЙ РЕЗУЛЬТАТ Індекс АЗФ: -група А = 84,7 дні/см -група В = 60,5 дні/см -група С = 51,2 дні/см	-
[15]	TSF	Багатоплощинні деформації нижніх кінцівок внаслідок травми, множинної епіфізарної дисплазії, ахондроплазії, фіброзної дисплазії, рахіта, спондило-епіфізарної дисплазії, хвороби Педжета	70	РЕНТГЕНОЛОГІЧНИЙ РЕЗУЛЬТАТ Вальгусна деформація: -MAD* до операції – 27,2 мм., після корекції – 4 мм., ступінь корекції = 23,2 мм. -LDFA* до операції – 80,2°, після операції – 86,8°, ступінь корекції = 6,6°. -МРТА* до операції – 96,8°, після операції – 89,4°, ступінь корекції = 7,4°. -LDTA* до операції – 76°, після операції –	Сповільнена консолидація – 7,1%, стійка контрактура суглобу – 1,4%, м'язова грижа – 1,4%, легенева емболія – 1,4%. компартмент-синдром – 1,4%, перелом регенерату – 1,4%, псевдоаневризма

				86°, ступінь корекції = 10°. Варусна деформація: -MAD* до операції – 38,8 мм після корекції – 7,4 мм, ступінь корекції = 31,4 мм. -LDFA* до операції – 99,8°, після операції – 92,2°, ступінь корекції = 7,6°. -MPTA* до операції – 81,7°, після операції – 87°, ступінь корекції = 6,3°. -LDTA* до операції – 110,5°, після операції – 90,6°, ступінь корекції = 19,9°. КЛІНІЧНИЙ РЕЗУЛЬТАТ Функціональні результати: PROMS* = 6,2 з 7 (88,6%)	артерії – 1,4%, серома – 1,4, транзиторна нейропатія – 1,4%, поверхнева інфекція – 1,4%
[16]	TSF	Деформації стопи внаслідок артропатії Charcot	10	Тривалість лікування – 114 днів; РЕНТГЕНОЛОГІЧНИЙ РЕЗУЛЬТАТ Термін досягнення корекції – 28 днів. -кут Meary's AP та LAT* = 25° та 18° до операції та 10° і 8° відповідно, після корекції. -консолідація місця остеотомії – 100%. КЛІНІЧНИЙ РЕЗУЛЬТАТ -рухома стопа, що не потребує спеціального взуття без виразок та подальших інфекційних ускладнень – 90% (9/10 пацієнтів)	Поверхнева інфекція – 80%, перелом шпичі – 20%
[17]	Qiao Spatial Frame (QSF)	Хвороба Блаунта, наслідки рахіту, посттравматичні деформації.	28	Тривалість лікування – 123,2 дні. РЕНТГЕНОЛОГІЧНИЙ РЕЗУЛЬТАТ Термін досягнення корекції – 21,4 дні. -MAD* до операції – 54,1 мм, віддалений результат – 8,2 мм. -mFTA* до операції – 167,7°, віддалений результат – 177,6° -LDFA* до операції – 83,7°, віддалений результат – 87,8° -MPTA* до операції – 75,2°, віддалений результат – 87,6° -LLD до операції – 13,8 мм., віддалений результат – 7,6 мм. КЛІНІЧНИЙ РЕЗУЛЬТАТ -LEFS* до операції – 51,6 бб., віддалений результат – 72,3 бб. -KSS* до операції – 68,5 бб., віддалений результат – 92,9 бб. -функціональна шкала до операції – 67,8 бб., віддалений результат – 94,2 бб. (94,2%)	Сповільнена консолидація – 0%, Транзиторна нейропатія – 0%, поверхнева інфекція – 0%, глибока інфекція -0%
[20]	TSF	Масивні дефекти кісток та м'яких тканин, що виникли внаслідок дебрідменту інфекційного незрошення	3	Тривалість лікування – 186 днів. РЕНТГЕНОЛОГІЧНИЙ РЕЗУЛЬТАТ Індекс АЗФ – 29,7 днів/см. Віддалений рентгенологічний результат за критеріями Palley: -відмінний – 100% КЛІНІЧНИЙ РЕЗУЛЬТАТ за критеріями Palley: -відмінний – 66,7% -добрий – 33,3%	-
[23]	TSF	Остеомієліт, вроджений псевдоартроз великогомілкової кістки; деформація регенерату після закриття кісткового дефекту	4	Тривалість лікування – 387 дні. РЕНТГЕНОЛОГІЧНИЙ РЕЗУЛЬТАТ -LLD* до операції – 9,0 см., віддалений період – 0,6 см., корекція = 8,4 см. -НКА* до операції – 8,4°, віддалений період – 0,9°	Поверхнева інфекція – 75%, частковий некроз шкіри – 25%, тимчасова контрактура суглобу – 25%, стійка контрактура суглобу

		вільним трансплантатом малогомілкової кістки		корекція = 7,5° -МРТА* до операції – 75,2°, віддалений період – 87,0°, корекція = 11,8° -РРТА* до операції – 94,9°, віддалений період – 80,0°, корекція = 14,9° Клінічні результати: -LEFS* до операції – 53,5 бб., віддалений період – 70,5 бб.	– 25%, транзиторна нейропатія – 25%
[24]	TSF	Гостре вкорочення кінцівки для первинного закриття рани при значних дефектах шкіри кісткової тканини (відкриті переломи кісток гомілки)	18	Тривалість лікування – 314 днів. РЕНТГЕНОЛОГІЧНИЙ РЕЗУЛЬТАТ Індекс АЗФ – 58,4 дні/см Консолідація досягнута – 94% Результат за шкалою ASAMI*: -відмінний – 67% -добрий – 28% КЛІНІЧНИЙ РЕЗУЛЬТАТ Результат за шкалою ASAMI* -відмінний – 50% -добрий – 44% -задовільний – 5% -незадовільний – 0%	Інфекційне незрошення – 5,5%, глибока інфекція – 5,5%, розходження країв рани – 5,5%, сповільнена консолідація – 5,5%
[25]	TSF	Одноетапна (Група 1)/ поступова (Група 2) корекція деформації при переломах великогомілкової кістки	58	Тривалість лікування – 200,9 днів (Група 1) та 195,3 дні (Група 2). КЛІНІЧНИЙ РЕЗУЛЬТАТ Результат та критеріями Johner-Wruhs: -відмінний – 78,3% (Група 1) та 80% (Група 2) -добрий – 17,4% (Група 1) та 14,3% (Група 2) -задовільний – 4,3% (Група 1) та 5,7% (Група 2) -незадовільний – 0% (Група 1 та Група 2)	Поверхнева інфекція – 39,1% (Група 1) та 34,3% (Група 2); сповільнена консолідація – 8,7% (Група 1) та 5,7% (Група 2); стійка контрактура суглобу – 4,3% (Група 1) та 5,7% (Група 2)
[28]	TSF	Переломи великогомілкової кістки	25	РЕНТГЕНОЛОГІЧНИЙ РЕЗУЛЬТАТ Консолідація досягнута – 100%, Зміщення фрагментів. -фронтальна площа: до операції – 6,1 мм та 5,2°, після корекції – 1,0 мм, 0,8°; ступінь корекції – 83,6% (трансляція) та 84,6% (вісь) -сагітальна площа – до операції – 4,2 мм. та 4°; після корекції – 0,8 мм, 0,3°; ступінь корекції – 80,9% (трансляція) та 92,5% (вісь) КЛІНІЧНИЙ РЕЗУЛЬТАТ -відмінний – 100%	Поверхнева інфекція – 48%, сповільнена консолідація – 4%, стійка контрактура суглоба – 4%, втрата корекції – 0%, нейропатія – 0%
[31]	TSF	Корекція деформацій нижньої третини кісток гомілки	19	РЕНТГЕНОЛОГІЧНИЙ РЕЗУЛЬТАТ Консолідація досягнута – 100% Кут деформації в сагітальній площині: -до операції – 14,3°, -віддалений результат – 2,8°, -ступінь корекції – 11,5° Кут деформації у фронтальній площині: -до операції – 25,9°, -віддалений результат – 5,9° , -ступінь корекції – 20° КЛІНІЧНИЙ РЕЗУЛЬТАТ шкала AOFAS* для гомілки стопи: -до операції – 66,0 бб., -віддалений результат – 86,1 бб.	Поверхнева інфекція – 26,3%

[35]	TSF	Еквінусна деформація стопи різної етіології (посттравматична; неврологічна; рецидивна; Шарко Марі Тус; Паркінсон; ідіопатична)	26	Тривалість лікування – 50 днів. РЕНТГЕНОЛОГІЧНИЙ РЕЗУЛЬТАТ Кут еквінусної деформації: -до операції 21,5° -після корекції – 4,9° КЛІНІЧНИЙ РЕЗУЛЬТАТ -корекція досягнута – 100%	Поверхнева інфекція – 7,7%, рецидив деформації – 11,5%, перелом шпичі – 3,8%, глибока інфекція – 3,8%.
[36]	TSF	Деформації стопи та гомілковостопного суглобу (посттравматичний еквінус, артропатія Charcot, посттравматична деформація н/з гомілки)	7	РЕНТГЕНОЛОГІЧНИЙ РЕЗУЛЬТАТ Кут еквінусної деформації: -до операції 21,1° -після корекції – 7,1° КЛІНІЧНИЙ РЕЗУЛЬТАТ -запропонована шкала ефективності – 1,86/2,0 (93%) -VAS-FA*: до операції - 68,4 бб., післяопераційно - 78,8 бб. -SF-36*: до операції - 88,8 бб., післяопераційно - 90,1 бб.	Поверхнева інфекція – 14,3%, глибока інфекція – 14,3%
[37]	TSF	Кісткові дефекти великогомілкової кістки (корекція за методикою «кісткового транспорту» з одноетапним вкороченням та подальшою поступовою distraкцією)	137	Тривалість лікування – 253 дні. РЕНТГЕНОЛОГІЧНИЙ РЕЗУЛЬТАТ Індекс консолидації – 59,1 дні/см. Індекс АЗФ – 72,3 дні/см Якість регенерату (модифікована шкала Li): А - 66%, В - 30%, С - 3% Нормалізація кутових показників: -MPTA - 83% пацієнтів -LDTA - 68% пацієнтів -PPTA - 78% пацієнтів -ADTA - 48% пацієнтів Результат за шкалою ASAMI*: -відмінний – 88% -добрий - 12%	
[38]	Spider Frame	Невірні-консолідовані переломи стегнової або великогомілкової кістки, наслідки хвороби Perthes, гіпоплазія стегнової кістки; BVP великогомілкової кістки, недосконалий остеогенез, множинний енхондроматоз	17	Тривалість лікування – 202,7 дні. РЕНТГЕНОЛОГІЧНИЙ РЕЗУЛЬТАТ Корекція деформації – 30 днів Індекс distraкції – 10,57 днів/см Індекс АЗФ – 98 днів/см Результат за шкалою ASAMI*: -відмінний – 71,4% -добрий – 14,3% -задовільний – 0% -незадовільний – 14,3% Клініко-рентгенологічна шкала Paley: 87/10066 (87%) КЛІНІЧНИЙ РЕЗУЛЬТАТ Результат за шкалою ASAMI*: -відмінний – 57,1% -добрий – 42,9%	Поверхнева інфекція – 100%, глибока інфекція – 5,9%, сповільнена консолидація – 5,9%, тимчасова контрактура суглобу – 11,8%

* BVP (вроджені вади розвитку); DSS (Deformity Severity Score – шкала вираженості деформації), ASAMI (Association for the Study and Application of Methods of Ilizarov – Асоціація з вивчення та застосування методів Ілізарова), MPTA (Medial Proximal Tibial Angle – медіальний проксимальний кут великогомілкової кістки), PPTA (Posterior Proximal Tibial Angle – задній проксимальний кут великогомілкової кістки), HKA (Hip-Knee Angle – кут стегно-коліно), MAD (Mechanical Axis Deviation – відхилення механічної осі), LDFA (Lateral Distal Femoral Angle

– латеральний дистальний кут стегнової кістки), LDTA (Lateral Distal Tibial Angle – латеральний дистальний кут великогомілкової кістки), LLD (Limb Length Discrepancy – різниця довжини нижніх кінцівок), AKSS-F (American Knee Society Functional Score – функціональна шкала Американської асоціації колінного суглоба), AKSS-O (American Knee Society Objective Score – об'єктивна шкала Американської асоціації колінного суглоба), PROMs (Patient-Reported Outcome Measures – показники, що базуються на самооцінці пацієнта), AP та LAT

(Anteroposterior and Lateral – передньо-задня та бокова проекції), FTA (Femoral–Tibial Angle – стегно-великогомілковий кут), LEFS (Lower Extremity Functional Scale – шкала функціонального стану нижньої кінцівки), KSS (Knee Society Score – оцінка стану колінного суглоба за шкалою KSS), AOFAS (American Orthopaedic Foot and Ankle Society – Американська ортопедична асоціація стопи та гомілковостопного суглоба), VAS-FA (Visual Analogue Scale Foot and Ankle – візуально-аналогова шкала для стопи та гомілковостопного суглоба), SF-36 (Short Form Survey Instrument – опитувальник загального стану здоров'я SF-36).

Порівняльна характеристика різних типів КААЗФ

Хоча КААЗФ типу «гексапод» базуються на загальному принципі паралельної кінематики, мають візуальну подібність та здійснюють корекцію з урахуванням тих самих біологічних принципів, різні типи КААЗФ мають свої особливості конструкції та ПЗ, які впливають на їх ефективність та точність корекції деформації (ключовий фактор при порівнянні різних типів КААЗФ).

Відомо, що на сьогодні просторова рамка братів Taylor (TSF) є найбільш уживаним КААЗФ у світі [1, 10]. Точність корекції деформації із застосуванням TSF становить 95-98% [1]. Іншими менш поширеними представниками КААЗФ є: «Orthex Hexapod System» (OrthoPediatrics, Warsaw, Indiana), «Truelok Hexapod System» (TL-HEX; Orthofix, Lewisville, Texas), «MaxFrame» (DePuy, Synthes). Всі ці системи мають подібну структуру до TSF, проте інші алгоритми налаштування та оцінки ступеня деформації в ПЗ (що може призводити до різних кінцевих результатів лікування). Першим дослідженням, де було виконано порівняння ПЗ КААЗФ типу TSF та TL-HEX став експеримент Ferreira N et al. (2015 р.) із застосуванням штучної моделі кістки зі створеною деформацією [41]. Було встановлено, що ПЗ «Truelok Hexapod System» та ПЗ TSF по різному розраховують ступінь деформації (з різницею до 4 мм зміщення) та по різному оцінюють постановку кілець КААЗФ з подальшими кроками корекції деформації. Програмне забезпечення TL-HEX має перевагу над TSF тим, що дає змогу хірургу планувати корекцію навіть у випадках, коли кільця апарата встановлені під необхідним для корекції кутом, а не під прямим (ортогональним) кутом. Наступним було дослідження Iobst CA et al. (2016 р.), де порівнювалась спроможність різних систем КААЗФ типу «гексапод» (з карданним та шарнірним типом кріплення стрижнів до кілець) до корекції деформації [40]. Автори дійшли висновків, що обидва типи кріплення дозволяють виконувати

корекції багатоплощинних деформацій. Однак, з'єднання карданного типу стрижнів менших розмірів з кільцями забезпечує більше зміщення фрагментів кістки за шириною та їх ротацію, тоді як шарнірний тип з'єднання може забезпечити більше подовження. Також, конструкція шарнірного з'єднання краще запобігає імпліменту м'яких тканин при корекції значних кутових деформацій (величиною в 90°); таким чином системи КААЗФ з шарнірним типом з'єднання здатні забезпечити більшу корекцію значних деформацій з меншою кількістю заміни стрижнів. Ще одним порівняльним дослідженням різних типів з'єднання стрижнів із кільцями (на прикладі TL-HEX та TSF) стала робота Fenton C et al. (2021 р.) [19]. Було зроблено висновок, що TL-HEX має кращі властивості жорсткості завдяки шарнірній побудові з'єднання у порівнянні з універсальним карданним шарніром TSF.

Найбільш свіжим експериментальним дослідженням є праця Basha et al. (2022 р.) з порівняльної оцінки корекції деформації штучної кістки [13]. Хоча залишкова деформація після застосування «Orthex Hexapod System» була найменшою (1° у порівнянні з 2,5° після TSF 3° після TL-HEX; різниця статистично недостовірною) всі ці системи показали добрий результат корекції деформації зі ступенем залишкової деформації до 5°. Автори зробили висновок, що всі три системи забезпечують достатній ступінь корекції, однак дещо краще корегувати деформацію можна із застосуванням «Truelok Hexapod System».

Також, на сьогодні існує кілька порівняльних клінічних досліджень вищезгаданих типів КААЗФ. Першим таким дослідженням було дослідження Naude J et al. (2019 р.) із застосуванням TSF та TL-HEX для корекції деформації кісток гомілки після закритого/відкритого їх перелому з та без дефекту кістки [39]. Було встановлено тенденцію до кращої консолідації фрагментів із застосуванням TSF (100% консолідації проти 92%), проте кількість відмінних результатів за шкалою ASAMI була дещо більшою в групі TL-HEX (73,9% проти 47,6% в групі TSF), хоча і не статистично достовірно ($p = 0.33$). Також, не спостерігалось різниці в індексі АЗФ в обох групах ($p = 0.55$) та різниці у суб'єктивній оцінці результату лікування (за опитувальниками EQ5D, TUG та FSST). Результати цього дослідження свідчать про те, що обидва пристрої КААЗФ мають подібні клінічні, функціональні та рентгенологічні результати. Іншим таким дослідженням є робота Messner et al. (2021 р.), де автори порівнювали результати подовження кісток гомілки у дітей за допомогою TSF та системи «Orthex Hexapod System» [9]. При оцінці результатів було виявлено, що тривалість лікування була

дещо меншою при застосування системи «Orthex» (203 дні проти 230 днів, $p = 0,06$); якість кісткового регенерату була краще у групи пацієнтів з КААЗФ «Orthex» ($p = 0,029$); кількість замін стрижнів була меншою у групи пацієнтів з КААЗФ «Orthex» ($p < 0,0001$); кількість поверхневих інфекційних ускладнень була значно більшою в групі TSF (у 40% пацієнтів проти 18%, $p < 0,001$). Однак віддалені клінічні результати були подібними в обох групах пацієнтів ($p = 0,92$). Автори зробили висновок, що система «Orthex» забезпечує кращу якість кісткового регенерату з меншою кількістю ускладнень, однак, обидві системи КААЗФ забезпечують точну корекцію деформації та гарантують прогнозовано добрий результат лікування.

В літературі було знайдено також декілька порівняльних досліджень із застосуванням КААЗФ в певних клінічних ситуаціях. Так, Namada T et al. [14] було виконане порівняння застосування TSF для корекції варусної та вальгусної деформації колінного суглобу та для подовження кісток гомі-

ки. Автори дійшли висновку, що корекція варусної деформації потребує значно більше часу у порівнянні з корекцією вальгусної деформації та різниці довжини ніг (індекс АЗФ складав 83,4, 60,5 та 51,2 дні/см у трьох групах відповідно). В іншій роботі [22] порівнювалось застосування TSF для корекції деформації гомілки при хворобі Блаунта у пацієнтів двох груп (інфантильна та адолесцентна форма захворювання). В підсумку автори зробили висновок, що результати лікування в обох групах є подібними і TSF може бути успішно застосований в обох вікових групах. Також, досліджувалась ефективність TSF при корекції вроджених та набутих деформацій сегментів нижньої кінцівки [27]. Індекс подовження виявився майже однаковим в обох групах (2,2 та 2,0 місяці/см), проте автори виявили значно більшу кількість ускладнень у групі пацієнтів з вродженими деформаціями.

Порівняльний аналіз різних типів КААЗФ представлено у таблиці 3.

Таблиця № 3

Порівняльний аналіз різних типів КААЗФ

Автори:	Рік:	Системи КААЗФ:	Порівняння:	Дизайн дослідження:	Результати:
Basha et al [13]	2022	TSF, TL-Hex, Orthex	Корекція деформації	Біомеханічне дослідження на штучних моделях кісток	1) ПЗ TL-Hex краще оцінює величину деформації за інші системи; 2) немає різниці в точності корекції деформації; 3) немає різниці в частоті заміни стрижнів
Fenton et al [19]	2021	TSF, TL-Hex	Характеристики жорсткості	Механічне дослідження із застосуванням торсійних та осьових навантажень	TSF має меншу жорсткість з'єднання (карданне) ніж TL-HEX (шарнірне з'єднання)
Iobst et al [40]	2016	TSF, TL-Hex	Корекція деформації	Експеримент на моделях кісток	1) карданні з'єднання TSF забезпечують кращу корекцію ротації та трансляції, шарнірні з'єднання TL-Hex забезпечують кращу корекцію довжини 2) при значних деформаціях положення кільце TL-Hex не призводить до імпіджменту м'яких тканин 3) шарнірне з'єднання TL-Hex дозволяє проводити більшу корекцію з меншою частотою заміни стрижнів
Ferreira and Birkholtz [41]	2015	TSF, TL-Hex	Рентгенографічний аналіз	Біомеханічне дослідження на моделі кісток гомілки з переломом	1) наявна різниця в оцінці величини деформації та налаштуваннях апарату між TSF та TL-Hex при постановці кільця під кутом 2) рентгенографічний аналіз в обох системах принципово різний
Messner et al [9]	2021	TSF, Orthex	Оцінка клінічних та рентгенологічних результатів у дітей при корекції деформацій кісток гомілки	Проспективне дослідження двох груп в різні проміжки часу	1) краща якість кісткового регенерату після застосування Orthex 2) подібна ефективність корекції деформацій та індексу консолидації 3) більша кількість поверхневих інфекційних ускладнень в групі TSF

Naude et al [39]	2019	TSF, TL-Hex	Оцінка клінічних результатів при складних переломах кісток гомілки	Ретроспективне дослідження відкритих/закритих переломів великогомілкової кістки з/без кісткового дефекту	Подібні клінічні, функціональні та рентгенологічні результати після застосування обох систем
------------------	------	-------------	--	--	--

Обмеження та недоліки застосування КААЗФ

Незважаючи на високу ефективність КААЗФ, під час їхнього використання можуть виникати певні ускладнення. Найпоширенішими ускладненнями є: інфекція в місці введення шпиль/стрижнів, тимчасові контрактури суглобів та порушення консолидації кісткових фрагментів.

Поверхневі інфекційні ускладнення в місцях введення шпиль є найпоширенішим ускладненням, яке зустрічається у 0 -100% пацієнтів [17, 38]. Така різноманітність в різних групах дослідження пояснюється наступними факторами: 1) не всі автори розглядають поверхневу інфекцію у якості ускладнення (багато хто описує це як несприятливу подію); 2) є різні визначення поверхневої інфекції (почервоніння в місцях введення шпиль/стрижнів або ж наявність виділень); 3) різні країни та культури догляду за КААЗФ та різні режими гігієни місць введення шпиль/стрижнів зумовлюють різну частоту цього ускладнення. Тимчасові контрактури суглобів також є частим ускладненням, яке виникає через обмеження рухливості суміжних суглобів під час довготривалого процесу перебування пацієнта в КААЗФ; частота виникнення тимчасових контрактур становить 10-25% [7, 23]. Останнім частим ускладненням серед вищезгаданих, однак найбільш небезпечним, є сповільнена консолидація кісткових фрагментів, що зустрічається у 4-6,7% пацієнтів [7, 22]. Незважаючи на виникнення ускладнень, їх лікування переважно можливе консервативними методами без необхідності хірургічного втручання. Таким чином, поверхневі інфекції вимагають місцевої гігієни та антибіотикотерапії, тимчасові контрактури – фізіотерапії, а сповільнена консолидація – тимчасового припинення дистракції або маневру типу «акордеон» (почергово компресія та дистракція).

Окрім ускладнень, під час застосування КААЗФ інколи виникають і суто технічні труднощі, пов'язані зі специфікою фіксатора. Правильне розміщення фіксатора вимагає точного розрахунку параметрів корекції. У статті Iobst et al. (2023 p.) підкреслюється, що неправильна установка фіксатора може призвести до недостатньої корекції або навіть до погіршення деформації [1]. Таким чином,

в процесі лікування 11-41,7% пацієнтів потребують додаткових регулювань КААЗФ за допомогою ПЗ [2, 4]. Ще одним недоліком даного типу фіксаторів є значна тривалість лікування, яке може відбуватися впродовж 114-387 днів [16, 23], що призводить до тимчасового обмеження рухливості пацієнтів та знижують їх соціальну активність; а це, в свою чергу негативно впливає на психологічний стан пацієнта та знижує якість життя.

Специфічним недоліком КААЗФ є висока вартість продукту та недостатня доступність в країнах з низькими економічними показниками. Так, вартість TSF для пацієнта може сягати 10 000-15 000 доларів [1, 10], а витрати на лікування та подальшу фізіотерапію можуть сягати 20 000-25 000 доларів [11].

Перспективи розвитку КААЗФ

КААЗФ зарекомендували себе як ефективний інструмент для лікування складних деформацій та дефектів кісток з мінімальною кількістю серйозних ускладнень. Однак, сучасні технології та інновації відкривають нові можливості для вдосконалення цих пристроїв.

Однією з найперспективніших напрямків розвитку КААЗФ є інтеграція роботизованих систем, які дозволяють автоматизувати процес корекції деформацій. Так, Gigi et al. (2021 p.) описують роботизовану систему «Auto Strut», яка автоматично регулює положення стрижнів фіксатора та дозволяє досягти значної точності корекції (100%) із малою похибкою (до 1 мм в 94% випадків) [6]. Така автоматизація процесу дозволяє зменшити навантаження на медичну систему та покращити комфорт пацієнтів.

Наступним перспективним напрямком є розробка персоналізованих підходів. Так, використання технології 3D-друку та передопераційних індивідуальних шаблонів дозволяє створювати фіксатори, які точно відповідають анатомічним особливостям пацієнта. У дослідженні Burton et al. (2024 p.) було показано, що використання 3D-друку для створення персоналізованих шаблонів дозволяє досягти точності корекції з похибкою в 0,6-3,5° [3].

Ще одним напрямком розвитку КААЗФ є удосконалення ПЗ та алгоритмів розрахунку корекції

деформації. Так, різні системи КААЗФ мають різні алгоритми оцінки деформації та розрахунку її корекції [13, 41]. Таким чином виникають неспівпадіння в результатах застосування різних систем КААЗФ для корекції тієї самої деформації, що потребує уніфікації ПЗ та подальшого їх удосконалення.

Останнім, але не менш значимим напрямком розвитку КААЗФ є зниження собівартості фіксатора та масове стандартизоване виробництво. Наприклад, у статті Iobst et al. (2023 р.) підкреслюється, що використання масового виробництва та стандартизація компонентів фіксатора може зменшити вартість готового продукту на 20-30% [1].

Висновки

1. КААЗФ є малоінвазивним та ефективним інструментом для корекції багатоплощинних деформацій та дефектів кісток як у дітей, так і у дорослих пацієнтів, включаючи вроджені деформації, посттравматичні дефекти та неправильне зрощення кісток. У порівнянні з класичним апаратом Ілізарова КААЗФ забезпечують кращу ступінь корекції деформації та меншу кількість ускладнень.

2. Просторова рамка братів Taylor (TSF) на сьогодні є одним із найпопулярніших та найефективніших КААЗФ, однак має дещо вищу частоту ускладнень порівняно з іншим типом фіксатора (Orthex Hexapod System). Нова роботизована система «Auto Strut» демонструє високу точність корекції з мінімізацією похибки через людський фактор.

3. Найпоширенішими ускладненнями під час застосування КААЗФ є поверхневі інфекційні укладення в місцях введення шпич/стрижнів, тимчасові контрактури суглобів та сповільнена консолидація фрагментів кісток. Всі ці ускладнення не вимагають хірургічного втручання і лікуються консервативними методами.

4. Перспективи розвитку КААЗФ пов'язані із застосуванням роботизованих систем для автоматичної корекції деформації, технологій 3D-друку під час передопераційного планування та покращенням алгоритмів розрахунку величини деформації та шляхів її корекції. Однак, висока вартість КААЗФ на сьогодні все ще залишається однією з головних проблем, яка обмежує широке застосування цих систем.

5. На сьогодні немає досліджень стосовно застосування КААЗФ для корекції посттравматичних деформацій та дефектів довгих кісток кінцівок у пацієнтів внаслідок бойової травми, що обумовлює необхідність проведення таких досліджень.

References

- Iobst C, Ferreira N, Kold S. A review and comparison of hexapod external fixators. *J Pediatr Orthop Soc North Am.* 2023;5(1):627. doi:10.55275/JPOSNA-2023-627
- Singh P, Sabat D, Dutt S, Sehrawat R, Prashanth B, Vichitra A, et al. Accuracy and efficacy of software-guided bony realignment in periarticular deformities of the lower limb. *Strategies Trauma Limb Reconstr.* 2021;16(2):65-70. doi:10.5005/jp-journals-10080-1524
- Burton NJ, Oxley B. Accuracy of correction of a hexapod frame, patient-specific osteotomy and reduction guides, and hinged circular external fixation in a 3D-printed canine antebachial deformity model. *Front Vet Sci.* 2024;11:1296371. doi:10.3389/fvets.2024.1296371
- Danişman M, Yilmaz ET, Özdemir E, Tuncay O, Yilmaz G. Accuracy of the hexapod external fixator in treating tibial angular deformities with or without limb length discrepancy: a retrospective study. *J Pediatr Orthop B.* 2023;32(6):611-6. doi:10.1097/BPB.0000000000001101
- Hariyan SV, Tsybul'skyi OS, Makhov'skyi VP, Salii ZV. Experience of the segmental bone defects' treatment for patients with combat trauma using the method of distraction osteogenesis. *Orthop Traumatol Prosthetics.* 2024;(4):71-8. doi:10.15674/0030-59872023471-78
- Gigi R, Mor J, Lidor I, Ovadia D, Segev E, Ben-Shlomo I. Auto Strut: a novel smart robotic system for external fixation device for bone deformity correction, a preliminary experience. *J Child Orthop.* 2021;15(2):130-6. doi:10.1302/1863-2548.15.210063
- Shi B, Zhang Z, Ji G, Cai C, Shu H, Ma X. Bone transport for large segmental tibial defects using Taylor spatial frame versus the Ilizarov circular fixator. *Orthop Surg.* 2024;16:2157-66. doi:10.1111/os.14192
- Zhang L, Yan Y, Ren P, Hou Y, Liu D, Fan C, et al. Staged treatment of ankle deformity and first metatarsal deficiency after motorcycle spoke injury with Taylor external frame combined with fibular head grafting: a case report. *Front Surg.* 2024;11:1391384. doi:10.3389/fsurg.2024.1391384
- Messner J, Chhina H, Davidson S, Abad J, Cooper A. Clinical outcomes in pediatric tibial lengthening and deformity correction: a comparison of the Taylor Spatial Frame with the Orthex Hexapod System. *J Child Orthop.* 2021;15(2):114-21. doi:10.1302/1863-2548.15.200165
- Keshet D, Eidelman M. Clinical utility of the Taylor spatial frame for limb deformities. *Orthop Res Rev.* 2017;9:51-61. doi:10.2147/ORR.S113420Ferreira N, Marais LC. Closed Distraction and Gradual Deformity Correction of Stiff Hypertrophic Tibial Nonunions with Hexapod External Fixation. *JBJS Essent Surg Tech.* 2016;6(4):e36. Published 2016 Oct 26. doi:10.2106/JBJS.ST.16.00064
- Liu SG, Yu DJ, Li H, Opoku M, Li J, Zhang BG, et al. Combination of external fixation using digital six-axis fixator and internal fixation to treat severe complex knee deformity. *J Orthop Surg Res.* 2023;18(1):65. doi:10.1186/s13018-023-03530-0.
- Basha K, Alawadhi A, Alyammahi M, Sukeik M, Abdulhadi HS, Dsouza AP, et al. Comparison of three circular frames in lower limb deformity correction: a biomechanical study. *Cureus.* 2022;14(5):e25271. doi:10.7759/cureus.25271.
- Hamada T, Matsubara H, Yoshida Y, Ugaji S, Tsuchiya H. Comparison of treatment indices associated with the correction and lengthening of deformities along various lower limb

frontal plane directions. *J Clin Orthop Trauma*. 2019;10(Suppl 1):S57-S61. doi:10.1016/j.jcot.2019.01.003

14. Ren French JM, Filer J, Hogan K, Fletcher JWA, Mitchell S. Computer Hexapod-assisted Orthopaedic Surgery for the Correction of Multiplanar Deformities throughout the Lower Limb. *Strategies Trauma Limb Reconstr*. 2024;19(1):9-14. doi:10.5005/jp-journals-10080-1608

15. Lahoti O, Abhishetty N, Shetty S. Correction of Foot Deformities from Charcot Arthropathy with the Taylor Spatial Frame: A 7-14-year Follow-up. *Strategies Trauma Limb Reconstr*. 2021;16(2):96-101. doi:10.5005/jp-journals-10080-1525

16. Lu Y, Li J, Qiao F, Xu Z, Zhang B, Jia B, et al. Correction of severe lower extremity deformity with digital hexapod external fixator based on CT data. *Eur J Med Res*. 2022;27(1):252. doi:10.1186/s40001-022-00887-6.

17. Reitenbach E, Rödl R, Gosheger G, Vogt B, Schiedel F. Deformity correction and extremity lengthening in the lower leg: comparison of clinical outcomes with two external surgical procedures. *Springerplus*. 2016;5(1):2003. doi:10.1186/s40064-016-3666-3

18. Fenton C, Henderson D, Samchukov M, Cherkashin A, Sharma H.

Comparative stiffness characteristics of Ilizarov- and hexapod-type external frame constructs. *Strategies Trauma Limb Reconstr*. 2021;16(3):138-143. doi:10.5005/jp-journals-10080-1539.

19. Ugaji S, Matsubara H, Aikawa T, Tsuchiya H. Efficacy of Temporary Intentional Leg Shortening and Deformation for Treatment of Massive Bone and Soft Tissue Defects in Three Patients. *Strategies Trauma Limb Reconstr*. 2022;17(3):195-201. doi:10.5005/jp-journals-10080-1567

20. Seymour J, Vij N, Belthur M. Extreme Genu Recurvatum Deformity in a Pediatric Patient With Spondyloepiphyseal Dysplasia: Gradual Correction With Z-plates and Hexapod Frame. *Cureus*. 2022;14(5):e25265. Published 2022 May 23. doi:10.7759/cureus.25265

21. Mare PH, Marais LC. Gradual Deformity Correction with a Computer-assisted Hexapod External Fixator in Blount's Disease. *Strategies Trauma Limb Reconstr*. 2022;17(1):32-37. doi:10.5005/jp-journals-10080-1549

22. Du H, Li H, He X, Wu Y. Gradual Transverse Transport of Naturally Tibialized Fibula Using Hexapod Frames to Treat Neglected Type V Tibial Segmental Defects. *Orthop Surg*. 2024;16(9):2123-2131. doi:10.1111/os.14191

23. Hernández-Irizarry R, Quinnan SM, Reid JS, Toney CB, Rozbruch SR, Lezak B, et al.

Intentional temporary limb deformation for closure of soft-tissue defects in open tibial fractures. *J Orthop Trauma*. 2021;35(6):e189-e194. doi:10.1097/BOT.0000000000001988.

24. Liu Y, Cai F, Liu K, Zhang X, Li H, Fu X, et al. Intraoperative acute correction versus postoperative gradual correction for tibial shaft fractures with multiplanar posttraumatic deformities using the hexapod external fixator. *BMC Musculoskelet Disord*. 2021;22(1):803. doi:10.1186/s12891-021-04505-0.

25. Minoughan CE, Schumaier AP, Avilucea FR. Knee Sepsis after Suprapatellar Nailing of an Open Tibia Fracture: Treatment with Acute Deformity and External Fixation. *Case Rep Orthop*. 2019;2019:3185286. doi:10.1155/2019/3185286

26. Horn J, Steen H, Huhnstock S, Hvid I, Gunderson RB. Limb lengthening and deformity correction of congenital and acquired deformities in children using the Taylor Spatial Frame. *Acta Orthop*. 2017;88(3):334-340. doi:10.1080/17453674.2017.1295706

27. Liu Y, Li H, Liu J, Zhang X, Yushan M, Liu Z, et al. Long bone fracture reduction and deformity correction using the hexapod external fixator with a new method: a feasible study and preliminary results. *BMC Musculoskelet Disord*. 2021;22(1):221. doi:10.1186/s12891-021-04097-9.

28. Koren L, Keren Y, Eidelman M. Multiplanar Deformities Correction Using Taylor Spatial Frame in Skeletally Immature Patients. *Open Orthop J*. 2016;10:71-79. doi:10.2174/1874325001610010603

29. Galal S. Nonunion of vascularized fibula with shortening and multiplanar deformity in a 6 years old managed simultaneously with hexapod circular external fixator.

JAAOS Glob Res Rev. 2024;8(11):e24.00260. doi:10.5435/JAAOSGlobal-D-24-00260.

30. Yang X, Du H, Yin X, Gong X, Wang Y, Li Y, et al. Optimizing outcomes in distal tibial deformity correction: the role of supramalleolar osteotomy with computer-assisted hexapod external fixator. *Orthop Surg*. 2024;16(9):2173-2180. doi:10.1111/os.14201.

31. Achudan S, Premchand A, Low JS, Decruz J, Khan SA. Simultaneous Correction of a Tibia Deformity and Nonunion in Achondroplasia: A Case Report. *Malays Orthop J*. 2022;16(2):131-135. doi:10.5704/MOJ.2207.018

32. Kadado A, Akioyamen NO, Garfinkel R, Nahm N, Zeni F. Staged Correction of Severe Recurrent Clubfoot Deformity With Dislocation of the Chopart Joint Using a Hexapod External Fixator and Unconventional Arthrodesis. *J Am Acad Orthop Surg Glob Res Rev*. 2022;6(4):e21.00116. Published 2022 Apr 7. doi:10.5435/JAAOSGlobal-D-21-00116

33. Çınar BM, Güler ÜÖ. Supramalleolar osteotomy with a hexapod type external fixator for the treatment of ankle joint three planar deformity: Case report. *Jt Dis Relat Surg*. 2020;31(2):372-376. doi:10.5606/ehc.2020.73893

34. Dabash S, Potter E, Catlett G, McGarvey W. Taylor Spatial Frame in Treatment of Equinus Deformity. *Strategies Trauma Limb Reconstr*. 2020;15(1):28-33. doi:10.5005/jp-journals-10080-1452

35. Manggala Y, Angthong C, Primadhi A, Kungwan S. The deformity correction and fixator-assisted treatment using Ilizarov versus Taylor spatial frame in the foot and ankle. *Orthop Rev (Pavia)*. 2018;9(4):7337. doi:10.4081/or.2017.7337

36. Sheridan GA, Pang A, Page BJ, Greenstein MD, Cardoso GS, Amorim R, et al. The management of tibial bone defects: a multicenter experience of hexapod and Ilizarov frames. *J Am Acad Orthop Surg Glob Res Rev*. 2023;7(8):e23.00033. doi:10.5435/JAAOSGlobal-D-23-00033.

37. Tekin AÇ, Çabuk H, Dedeoğlu SS, Saygılı MS, Adaş M, Esenyel CZ, et al. The results of bone deformity correction using a spider frame with web-based software for lower extremity long bone deformities. *SICOT J*. 2016;2:11. doi:10.1051/sicotj/2016005.

38. Naude J, Manjra M, Birkholtz FF, Barnard AC, Glatt V, Tetsworth K, et al.

Outcomes following treatment of complex tibial fractures with circular external fixation: a comparison between the Taylor Spatial Frame and TrueLok-Hex.

Strategies Trauma Limb Reconstr. 2019;14(3):142-147. doi:10.5005/jp-journals-10080-1443.

39. Iobst CA, Samchukov M, Cherkashin A. A comparison of deformity correction capabilities in hexapod frame systems. *J Limb Lengthen Reconstr*. 2016;2:29-34.

40. Ferreira N, Birkholtz F. Radiographic analysis of hexapod external fixators: fundamental differences between the Taylor Spatial Frame and TrueLok-Hex. *J Med Eng Technol*. 2015;39(3):173-176.

Modern Aspects of the Use of Computer-Assisted External Fixation Devices (Literature Review)

Suvorov V.L.^{1✉}, Yevlantieva T.A.¹, Kulyk Yu.A.¹, Kozik Ye.V.¹, Larkevych O.H.¹, Demian Yu.Yu.¹

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

Summary. *The use of computer-assisted external fixation devices (CAEF) is an effective and minimally invasive method for correcting multiplanar deformities and bone defects in both children and adults. They allow for a higher degree of correction compared to the classic Ilizarov apparatus, while reducing the incidence of complications. Among the most effective CAEF systems are the Taylor Spatial Frame (TSF) and the Orthex Hexapod System. Additionally, the robotic Auto Strut system demonstrates high correction accuracy with minimized errors. The most common complications associated with CAEF use include superficial infections, temporary joint contractures, and delayed consolidation, which are generally managed conservatively.*

Keywords: *computer-assisted external fixation devices; limb deformity.*

«Квітневі Тези 2025»



25 квітня цього року відбувся черговий семінар з міжнародною участю «Квітневі тези», присвячений 30-річчю ювілею Київського міського центру ендопротезування, хірургії та реабілітації на базі відділення ортопедії КНП КМКЛ 12. Враховуючи значне зростання кількості закладів охорони здоров'я та фахівців, що почали виконувати ці складні операції, було прийнято рішення присвятити цей форум базовим принципам ендопротезування суглобів різної локалізації, типовим помилкам та шляхам їх уникнення.

Хвилиною мовчання присутні віддали шану загиблим воїнам та цивільним, що загинули внаслідок повномасштабної російської агресії.

Модератором семінару, традиційно, з 2010 року виступив завідувач відділення к.м.н. Олександр Косяков. Відкриваючи роботу він поділився досягненнями центру за тридцять років. Почав з 15-20 операцій на початку створення, в 2024 році відділення вийшло на 1487 ендопротезувань кульшового, колінного та плечового суглобів, серед яких понад сто сімдесят ревізійних та майже сто надскладних втручань з використанням 3D моделювання. Підкреслив значення сучасних підходів до інтенсивної реабілітації, що значно прискорило функціональне відновлення пацієнтів.

Голова асоціації ортопедів-травматологів України, член-кор. НАМНУ, проф. Сергій Страфун нагородив відділення грамотою асоціації, як краще в країні в 2024 році та розповів про базові правила

ендопротезування плечового суглобу, детально зупинившись на показах, проблемах та помилках.

Чартерний організатор семінару проф. Іван Соллогуб, цього року не зміг бути присутнім і on line зробив ґрунтовну доповідь про підходи до заміни колінного суглобу, вказавши на типові помилки та ускладнення.

Ординатор відділення Максим Статкевич доповів досвід центру по виправленню помилок та ускладнень при ендопротезуванні кульшового суглобу.

Колега з Німеччини Евальд Герінг поділився правилами організації ендопротезування в цій країні та досвідом лікування пацієнтів з ускладненнями.

Під час перерви учасники могли познайомитись з експозиціями найбільшої в Україні ортопедичної виставки «Переваги сучасної ортопедії»,



організатором та технічним виконавцем якої всі роки її існування є президент Благодійного фонду «Легка хода» Марія Косякова. Цього року 42 експоненти продемонстрували сучасні імпланти, інструменти та новітні технології при ендопротезуванні суглобів. На виставці працювала книжкова лавка де бажаючі могли придбати нові унікальні видання з проблем ендопротезування.

Одночасно було проведено засідання президії правління Асоціації ортопедів-травматологів України присвячене оптимізації підходів до організації ендопротезування суглобів в країні.

В другій секції професор Елефторіос Цирідіс з Греції, обраний президент Європейського хірургів кульшового суглобу, професор Альберто Рікарді з Італії, професор Михайло Полулях з ІТО НАМН України, професор Володимир Філіпенко з інституту ім Сітенко розповіли про переваги різних доступів при ендопротезуванні кульшового суглобу. Олександр Косяков представив свою доповідь про задній доступ у формі Оди про ендопротезування, оновленої українською мовою.

Про сучасні підходи до профілактики та лікування одного з найбільш тяжких ускладнень при встановленні штучних суглобів – періпротезної ін-

фекції доповіли лідери в цій галузі д.м.н Генадій Колов з ІТО НАМНУ та к.м.н. Олексій Марущак з Харківського інституту патології хребта та суглобів.

Дуже цікаву доповідь про сучасні підходи до регіонарної анестезії та аналгезії при операціях на кульшовому та колінному суглобах зробив доцент кафедри анестезіології НУОЗ ім Шупіка к.м.н. Андрій Строкань.

Третя секція була присвячена діагностиці та плануванню хірургії суглобів в складних випадках.

Директор ТОВ «Остеоніка» Світлана Бурбубська Ph.D. та старший науковий співробітник інституту патології хребта та суглобів ім. Сітенка к.м.н. Олександр Галузинський поділилися досвідом 3D візуалізації та планування в складних випадках ендопротезування кульші.

Провідний лікар-рентгенолог діагностичного центру М24 Юлія Літинська доповіла про сучасні можливості променевої діагностики вже встановлених штучних суглобів.

Значна кількість слухачів навіть на останніх доповідях свідчили про значний інтерес учасників семінару до піднятих тем та необхідність подібних заходів для підвищення кваліфікації фахівців, що займаються ендопротезуванням суглобів.

ЮВІЛЕЇ



26 травня 2025 р. виповнилось 75 років від дня народження та 52 роки лікарської, науково-педагогічної та громадської діяльності завідувача кафедри травматології та ортопедії Дніпровського державного медичного університету, академіка національної академії медичних наук України, доктора медичних наук, професора, заслуженого діяча науки та техніки України, Лауреата Державної премії України Олександра Євгенійовича Лоскутова.

О.Є. Лоскутов народився 26 травня 1950 р. в м. Кам'янське (Дніпродзержинськ). Після закінчення у 1973 р. Дніпропетровського медичного інституту працював лікарем-травматологом у 6-й міській клінічній лікарні м. Дніпропетровська. Починаючи з 1976 року вся подальша практична, науково-педагогічна, та громадська діяльність Олександра Євгенійовича пов'язана з Дніпровським державним медичним університетом, де він працював на посадах асистента, доцента, професора, а з 1991 року очолив кафедру травматології та ортопедії.

Коло наукових та практичних проблем, над якими працює Олександр Євгенійович, було і залишається дуже широким. Тема його кандидатської дисертації (1982 р.) була присвячена одній з актуальних проблем травматології – лікуванню множинних переломів та переломовивихів кісток стопи. Проблемі лікування ускладнень та наслідків пошкоджень гомілковостопного суглоба була присвячена докторська дисертація О.Є. Лоскутова «Хірургічне лікування застарілих ушкоджень гомілковостопного суглоба», яку він успішно захистив у 1991р. О.Є. Лоскутов запропонував різні методики та технології реконструктивно-віднов-

лювальних та стабілізуючих операцій на гомілковостопному суглобі. Вагомим досягненням є проведене ним клініко-біомеханічне обґрунтування конструкції ендопротезу гомілковостопного суглоба, що дозволило вперше у світовій практиці виконати успішне безцементне ендопротезування гомілковостопного суглоба. Саме при вирішенні завдань ендопротезування гомілковостопного суглоба були створені передумови для подальших розробок у галузі ендопротезування суглобів інших локалізацій. З його ініціативи на базі обласної клінічної лікарні ім. І.І.Мечникова (м. Дніпро) у 1991 р. міністром охорони здоров'я Ю.П. Спіженком відкрита перша в Україні спеціалізована клініка ендопротезування, а у 1996 р. засновано базисний курс професора О.Є. Лоскутова, який пройшли більше ніж 350 ортопедів з різних регіонів України, що дозволило широко впроваджувати ендопротезування кульшового та колінного суглобів в Україні. Маючи колосальну працездатність і широкий спектр наукових інтересів та ідей, професор О.Є.Лоскутов розробив і запропонував цілу серію апаратів для черезкісткового остеосинтезу при патології кисті і стопи. А також удосконалив і обґрунтував оригінальні реконструктивно-відновлювальні операції при патології опорно-рухової системи. Йому вдалося об'єднати інтереси вчених з різних галузей, завдяки чому проводяться оригінальні дослідження в галузі біомеханіки, матеріалознавства, регенерації кісткової тканини, розробки конструкції для занурювального остеосинтезу та ендопротезування.

Понад 40 років ювіляр займається проблемою розвитку вітчизняного ендопротезування. О.Є. Лоскутов є автором національної програми України з ендопротезування кульшового суглоба, ним розроблено та впроваджено у промислове виробництво та широку клінічну практику різноманітні конструкції модульних ендопротезів кульшового суглобів системи «ОРТЕН», плечового ліктьового суглобів, кисті та стопи. Завдяки цим розробкам Україна стала восьмою країною у світі, в якій освоєно виробництво власних ендопротезів. За значний внесок у розвиток проблеми ендопротезування Олександр Євгенійович у 1996 р. удостоєний Державної премії України, а у 1998 р. – звання Заслуженого діяча науки і техніки України. За суттєвий внесок у розвиток інтеграції

медицини та технічних наук у 2009 році О.Є. Лоскутов був обраний почесним доктором Дніпропетровського національного університету ім. Олеся Гончара, а у 2010 році – заступником голови Ради Придніпровського наукового центру НАН України.

У 2012 році Олександр Євгенійович обраний членом-кореспондентом, а у 2016 р. – академіком НАМН України. Окрім того, він виконує велику громадську роботу – член Президії асоціації ортопедів-травматологів України, голова Дніпропетровського обласного товариства ортопедів-травматологів.

О.Є.Лоскутов – відомий вчений, висококваліфікований ортопед-травматолог, володіє широким арсеналом сучасних консервативних та оперативних методів лікування хворих із захворюваннями та ушкодженнями опорно-рухової системи. За плечима відомого хірурга понад 15000 особисто виконаних операцій найбільшої складності. З аналізом власного досвіду він неодноразово виступав із доповідями у Німеччині, США, Канаді, Італії та інших країнах. Визнанням Міжнародного авторитету проф. О.Є. Лоскутова стало обрання його в 2008 р. почесним членом-кореспондентом товариства ортопедії та ортопедичної хірургії Німеччини. Почесний професор низки вітчизняних та зарубіжних університетів.

Завдяки його міжнародному авторитету у 2009 році Україна була першою, з пострадянських країн, обрана до складу Європейської Федерації Асоціацій ортопедів-травматологів (EFORT), а О.Є. Лоскутова обрано Національним делегатом цієї організації. До того ж Олександр Євгенійович – висококваліфікований наставник фахівців ортопедів-травматологів, у тому числі з різних країн світу (Палестина, Йорданія, Ліван, Сирія, Індія, Нігерія, Ангола, Судан, Китай).

Професор О.Є. Лоскутов є автором 646 наукових праць, 11 монографій та 39 патентів на винахід, 22 авторських свідоцтв. Під його керівництвом виконано 3 докторських та 22 кандидатських дисертації.

Від початку бойових дій на сході країни у 2014 році колектив кафедри та клініки ортопедії та травматології обласної лікарні ім. І.І. Мечникова на чолі з академіком О.Є. Лоскутовим був задіяний у наданні допомоги постраждалим із зони бойових дій. Силами співробітників кафедри, лікарів клініки, інтернів, клінічних ординаторів було сформовано 11 мобільних травматологічних бригад з надання допомоги пораненим, створено центри у містах Павлоград, Дніпропетровськ, Новомосковськ. За ці роки в обласній лікарні надано допомогу понад 3000 пораненим, а у клініці ор-

топедії прооперовано понад 700 осіб. Починаючи з травня 2014 р. з ініціативи академіка О.Є. Лоскутова, спільно з суміжними та військовими фахівцями було організовано та проведено численні науково-практичні конференції з організації допомоги при бойових ушкодженнях. Ці заходи проводились у різних регіонах України за участю співробітників кафедри та клініки. Також академіком О.Є. Лоскутовим та співробітниками кафедри були розроблені стандарти матеріального забезпечення допомоги при вогнепальних переломах та інших бойових ушкодженнях кінцівок, запроваджено тактику ВАК-терапії, органозберігаючих та реконструктивно-відновлювальних операцій.

3 травня 2014 р. вольовим рішенням академіка НАМНУ проф. А.Є. Лоскутова відновлено викладання військово-польової хірургії на кафедрі для студентів 5 курсу. На додачу, з його ініціативи, прочитано цикл лекцій присвячених бойовій та мінно-вибуховій травмі для практикуючих лікарів та лікарів-інтернів.

Початок повномасштабної агресії в лютому 2022 року був переломним моментом в повсякденній праці академіка О.Є. Лоскутова. Починаючи з цього часу вся його професійна і громадська діяльність була направлена на пошуки шляхів надання та покращення допомоги постраждалим громадянам і воїнам Збройних сил України. В період 2022-2023 років він особисто приймав участь в організації та супроводженні гуманітарних конвоїв з Німеччини, Австрії, Польщі. Попередньо академіком була проведена активна робота, щодо залучення громадських організацій країн партнерів при участі наших колег ортопедів з цих країн. Завдяки плідній праці цільову допомогу отримали лікарні міста: обласна лікарня ім. Мечникова, 6 міська лікарня, 16 міська лікарня та інші.

Всередині 2023 року в складних матеріально-технічних умовах академік О.Є. Лоскутов організував повну зміну локації основної бази кафедри травматології та ортопедії. В стислі строки кафедра отримала нове обличчя на базі університетської лікарні Дніпровського державного медичного університету. Була збудована нова інфраструктура кафедри, проведено оновлення матеріально-технічної бази, ремонти учбових приміщень.

Не збавляючи темпів, одночасно с цим академік О.Є. Лоскутов продовжує активну практичну діяльність. Проводить оперативні втручання, консулює військових та цивільних громадян, налагоджує та підтримує зв'язки з колегами зза кордону. Одним з напрямків цієї роботи було реалізовано в організації технічно-методичного забезпечення протезного заводу в Дніпропетровській області. В

тісній праці з співробітниками цього підприємства було налагоджено етапи виробництва сучасних протезів кінцівок, запропоновані вдосконалення до методик лікування ускладнень ампутаційних кукус, запроваджені новітні технології реабілітації після протезування.

Прикладом своєї щоденної праці, свого досвіду Олександр Євгенійович надає натхнення молодому поколінню українських лікарів-інтернів – майбутніх ортопедів-травматологів.

Ортопеди-травматологи України, кафедра травматології та ортопедії Дніпровського медуніверситету, співробітники університетської лікарні, колеги та учні пишаються тим, що багато років

працюють пліч опліч із Олександром Євгенійовичем Лоскутовим – вченим, наукові ідеї якого знаходять продовження в дослідженнях його учнів і послідовників. Щиро вітаємо ювіляра, бажаємо міцного здоров'я, творчої наснаги, невичерпної енергії для нових наукових пошуків і перемог на благо нашої квітучої України!

**Асоціація ортопедів-
травматологів України
Дніпропетровська обласна
асоціація ортопедів-травматологів
Колектив кафедри травматології
та ортопедії Дніпровського**

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 A4 (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»; «Заклучення». 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 англомовному резюме слід використовувати активні форми дієслова. Резюме не повинне містити аббревіатур, за винятком загальноприйнятих (наприклад, ДНК), виносков, 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. **Бажаємо 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 повинні бути написані необхідною 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 plagiatus. 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: 29.07.2025 р. Наклад 1000 прим. Ціна договірна.
Верстка та друк: ТОВ «Про формат», (067) 235-22-56.