



TERRA ORTHOPAEDICA

2

121 | 2024

український науково-практичний журнал

ДУ "ІНСТИТУТ ТРАВМАТОЛОГІЇ
ТА ОРТОПЕДІЇ НАМН УКРАЇНИ"

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 (121) – 2024

EDITORIAL BOARD

Editor-in-Chief S.S. Strafun

Executive secretary O.O. Kostrub

Scientific Editor A.P. Liabakh

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)

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

atou@ukr.net

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 (121) – 2024

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Головний редактор С.С. Страfun

Відповідальний секретар О.О. Коstrub

Науковий редактор А.П. Лябах

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.Е. 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. Шашкевич (Київ)

В.А. Філіпенко (Харків)

В.В. Філіпчук (Київ)

Я.В. Фіщенко (Київ)

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації
«Terra Orthopaedica»: серія KB № 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).

ISSN 2786-7595 print, ISSN 2786-7609 online, УДК 616.

Рік заснування «TERRA ORTHOPAEDICA» – 2023.

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: atou@ukr.net.

Веб-сайт журналу: <http://visnyk.uaot.com.ua>.

Статті, що надходять до журналу, рецензуються за процедурою double-blind.
Електронні копії опублікованих статей передаються до Національної бібліотеки
ім. В.І. Вернадського для вільного доступу в режимі on-line.

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.

Відповідальність за зміст реклами несе рекламодавець.

За зміст публікацій, достовірність фактів, цитат,

власних назв та інших відомостей відповідають автори.

Рекомендовано до друку вченою радою ДУ «Інститут травматології та ортопедії НАМН
України» (протокол № 16 від 21.11.2023 р.)

ЗМІСТ

Аналіз раннього хірургічного лікування невірно консолидованих вогнепальних переломів лопатки Телепенко Г.В., Гайович В.В. 4	Analysis of Early Surgical Treatment of Incorrectly Consolidated Gunshot Fractures of the Scapula Telepenko H.V., Haiovych V.V. 4
Диференційований підхід до хірургічного лікування вогнепальних діафізарних переломів кісток гомілки Калашніков А.В., Літун Ю.М., Дем'ян Ю.Ю. 10	Differentiated Approach to Surgical Treatment of Gunshot Diaphyseal Shin Fractures Kalashnikov A.V., Litun Yu.M., Demian Yu.Yu. 10
Мікрофлора виділень в хірургічному стаціонарі ортопедо-травматологічного профілю за 2021-2023 роки (ДУ ІТО НАМНУ) Лютко О.Б., Вітрак К.В., Діденко С.В., Мельник К.О. 17	Microflora of Secretions in a Surgical Hospital of Orthopedics and Traumatology Profile for 2021-2023 (SI «ITO NAMS of Ukraine») Liutko O.B., Vitrak K.V., Didenko S.V., Melnyk K.O. 17
Інфекційні ускладнення після остеосинтезу довгих кісток нижніх кінцівок: клініко-нозологічні аспекти Колов Г.Б. 24	Infectious complications after osteosynthesis of long bones of the lower limbs: clinical and nosological aspects Kolov G.B. 24
Ефективність оволодіння практичною навичкою на муляжі колінного суглоба оригінальної конструкції Сулима В.С., Омельчук В.П., Кузь У.В., Омельчук І.В., Федоркевич С.В., Менюк В.В., Дубас В.І. 31	Effectiveness of Practical Skills Training on the Original Design Knee Joint Phantom Sulyma V.S., Omelchuk V.P., Kuz U.V., Omelchuk I.V., Fedorkevych S.V., Meniuk V.V., Dubas V.I. 31
ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	LITERATURE REVIEW
The biologic treatment of knee osteoarthritis. The role of mesenchymal stem cells and platelet-rich plasma Igor Zazirnyi 39	Біологічне лікування остеоартрозу колінного суглоба. Роль мезенхімальних стовбурових клітин і збагаченої тромбоцитами плазми Зазірний І.М. 39
Основні хірургічні методи заміщення критичних кісткових дефектів великогомілкової кістки. 2 частина. (Огляд літератури) Грицай М.П., Колов Г.Б., Сабадос В.І., Видерко Р.В., Половий А.С., Гуцайлюк В.І. 45	Main Surgical Methods of Critical Tibial Bone Defects Replacement (Literature Review). Part II Hrytsai M.P., Kolov H.B., Sabadosh V.I., Vyderko R.V., Polovyi A.S., Hutsailiuk V.I. 45

Епідеміологія, класифікації та лікування переломів стегнової та великої гомілкової кісток навколо ендопротезованого колінного суглоба (огляд літератури) 54

Epidemiology, Classification and Treatment of Femur and Tibia Fractures around Total Knee Arthroplasty (Literature Review) 54

ДО 105-РІЧЧЯ З ДНЯ ЗАСНУВАННЯ ДУ «ІНСТИТУТ ТРАВМАТОЛОГІЇ ТА ОРТОПЕДІЇ НАМН УКРАЇНИ»

Сподвижницька діяльність Іллі Осиповича Фрумїна (1876-1945) (до 105-річчя з дня заснування інституту) 62

Умови публікації в журналі «TERRA ORTHOPAEDICA» 67

Terms of publication in «TERRA ORTHOPAEDICA»..... 67

Аналіз раннього хірургічного лікування невірно консолидованих вогнепальних переломів лопатки

Телепенко Г.В.¹✉, Гайович В.В.¹

Резюме. Мета: Проаналізувати структуру невірно консолидованих вогнепальних переломів лопатки та ранні результати їх хірургічного лікування. **Методи:** Проаналізовано 10 випадків вогнепальних невірно консолидованих переломів лопатки у військовослужбовців ЗСУ, отриманих в результаті бойових дій та ранні результати їх хірургічного лікування. Основними показаннями до хірургічного лікування були: різке порушення функції верхньої кінцівки через больовий синдром; переломи суглобової поверхні лопатки зі зміщенням уламків понад 2 мм; перелом акроміального виростка лопатки зі зміщенням більше 8 мм., ушкодження м'язів та шкірних покривів. Передопераційне обстеження включало окрім рентгенографії у стандартних проєкціях, рентгенівську комп'ютерну томографію (КТ). Оцінку функціональних результатів проводили в терміни від 1 до 4-х місяців за шкалою Oxford Shoulder Score (OSS). Середній термін післяопераційного опитування склав 2,6 місяців. **Результати:** До невірної консолидації переломів призводили тривалий термін передопераційної підготовки та консервативного лікування ран у хворих через відкритість та інфікованість вогнепальних кульових поранень у 2-х хворих, осколкових поранень внаслідок мінометних, артилерійських, танкових та ракетних обстрілів у 8 пацієнтів. Етапне лікування до загоєння ран проходило у лікарнях та військових шпиталях України з використанням ВАК-апаратів. Чотири випадки були правосторонніми та шість лівосторонніми, 7 з 10 випадків були внутрішньосуглобовими переломами зі зміщенням уламків суглобової поверхні на 2 мм або більше. Середня давність травми на момент оперативного втручання становила 4,2 місяці (діапазон від 2 до 8 місяців). Крім усунення зміщень і деформацій невірно консолидованих переломів та остеосинтезу уламків, лікування включало заміщення дефекту м'яких тканин плеча та надпліччя невідповідним торакодорзальним шкірно-м'язовим клаптом на судинно-нервовій ніжці у 3 з 10 пацієнтів. Сім бійців мали ізольоване поранення області лопатки. 3 з 10 пацієнтів мали поєднане поранення лопатки з дефектом головки плечової кістки, верхньої третини плечової кістки та акроміального кінця ключиці. Зазначеним пацієнтам проведено імплантацію артикулюючого спейсера, відновлення конфігурації проксимального кінця плечової кістки та реконструкцію м'язів ротаторів для створення можливості ендопротезування плечового суглобу. Середнє значення за результатами опитування пацієнтів перед хірургічним втручанням по шкалі OSS склало 20,2 ($\pm 4,39$) балів, а після хірургічного втручання 34,1 ($\pm 7,56$) балів, що можна вважати добрим результатом відповідно до бальної градації OSS. **Висновки:** Аналіз найближчих результатів показав, що реконструктивне лікування вогнепальних застарілих переломів лопатки створює біомеханічні передумови для відновлення функції верхньої кінцівки, зменшує больовий синдром і дозволяє проводити активну післяопераційну реабілітацію.

Ключові слова: лопатка, бойова травма, війна, невірно консолидований перелом, вогнепальна травма, хірургічне втручання, військовослужбовці.

Вступ

Переломи лопаток вважаються одними із тих, що найбільш рідко зустрічаються серед усіх травм верх-

ньої кінцівки та надпліччя. Їх кількість складає лише 0.5% від загальної кількості переломів. Детальних даних у відкритих джерелах щодо вогнепальних переломів лопаток немає, окрім статистичного аналізу бойової травми, проведеного Owens et al. [1] з описом 1566 військових, які приймали участь в бойових діях в Афганістані з 2001 по 2005 роки, де з усього масиву поранень

✉ Телепенко Г.В. telepenko1505@gmail.com

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

було зареєстровано всього 32 випадки поранень лопатки. Аналіз результатів лікування вогнепальних переломів лопаток у відкритих джерелах також відсутній. Враховуючи ведення воєнних дій на території України, кількість поранень області лопатки та надпліччя збільшується кожного дня внаслідок чого актуальність висвітлення даної теми та підходів до лікування також зростає. Відсутність протоколів-рекомендацій щодо лікування невірно консолидованих вогнепальних переломів лопатки призводить до тривалих термінів лікування та ускладнень, що призводить до значного порушення функції травмованої верхньої кінцівки та до збільшення відсотку інвалідизації населення в цілому.

Матеріали і методи

За 14 місяців ведення активних бойових дій нами було проліковано 30 пацієнтів з травмами лопатки серед яких 10 потребували хірургічного втручання. Переважна більшість із них – це мінно-вибухові або кульові переломи (рис. 1) з дефектами м'яких тканин, травмами суміжних органів та суглобів. У структурі травм спостерігали: 4 правих та 6 лівих лопаток, 7 з 10 випадків були внутрішньосуглобовими пере-

ломами зі зміщенням уламків суглобової поверхні на 2 мм і більше. Середня давність травми на момент оперативного втручання становила 4,2 місяці (діапазон від 2 до 8 місяців). Сім бійців мали ізольоване поранення області лопатки. 3 з 10 пацієнтів мали поєднане поранення лопатки з дефектом головки плечової кістки, верхньої третини плечової кістки, акроміального кінця ключиці та дефектом дельто-видного м'язу із пошкодженням *p.axillaris*.

В період з травня 2022 року по лютий 2023 року було проведено хірургічне лікування 10 військовослужбовців з вогнепальними невірно консолидованими переломами лопатки. Всі десять пацієнтів були чоловіками, їх середній вік склав 40,3 роки (в діапазоні від 29 до 51 року). Показаннями до хірургічного лікування були: різке порушення функції верхньої кінцівки через больовий синдром; переломи суглобової поверхні лопатки зі зміщенням уламків понад 2 мм; перелом акроміального виростка лопатки зі зміщенням більше 8 мм; кутове зміщення тіла лопатки понад 40 градусів, ушкодження м'язів та шкірних покривів.

Характер та локалізація ушкоджень лопатки та суміжних структур у досліджуваних пацієнтів наведений в таблиці №1.



Рис. 1. Передопераційна КТ лопатки військовослужбовця. Давність осколкового поранення 2 місяці, (передня проекція, Y-проекція, задня проекція)

Таблиця №1

Інформація про пацієнтів та структура пошкоджень

№	Стать	Вік (років)	Давність травми (міс)*	Кульове поранення	Осколкове мінно-вибухове поранення	Ліва лопатка	Права лопатка	Плечова кістка	Акроміальний відросток	Клювовидний відросток	Латеральний край лопатки	Медіальний край лопатки	Гленоїд	Тіло лопатки	Ключиця
1	ч	29	4		1	1		1	1		1		1	1	1
2	ч	45	5		1	1		1	1	1	1		1	1	1
3	ч	41	5	1		1					1	1		1	
4	ч	33	8		1	1			1				1	1	
5	ч	51	2		1	1					1	1	1	1	
6	ч	34	3		1		1				1		1	1	
7	ч	34	3		1		1	1	1	1			1	1	1
8	ч	45	5		1		1				1	1		1	
9	ч	46	5	1			1		1		1			1	
#	ч	45	2		1	1			1				1		

(* – давність травми на момент проведення хірургічного втручання)

Передопераційне обстеження включало: рентгенографію у стандартних проекціях (передньо-задня проекція, Y-проекція) та комп'ютерну томографію. Оцінку функціональних результатів проводили за шкалою Oxford Shoulder Score (OSS) [2]. Середній термін післяопераційного опитування склав 2,6 місяців (від 1 до 4 місяців).

Враховуючи складність та давність поранень області лопатки та плечового суглоба у зазначених пацієнтів, було неможливим застосування відомих класифікацій переломів лопатки, адже жодна з них не має комплексного підходу для розподілу, впорядкування та стандартизації об'ємних поранень.

Всім пацієнтам на перший день після хірургічного втручання проводився рентгенографічний контроль в передньо-задній та Y-проекціях (рис. 2)

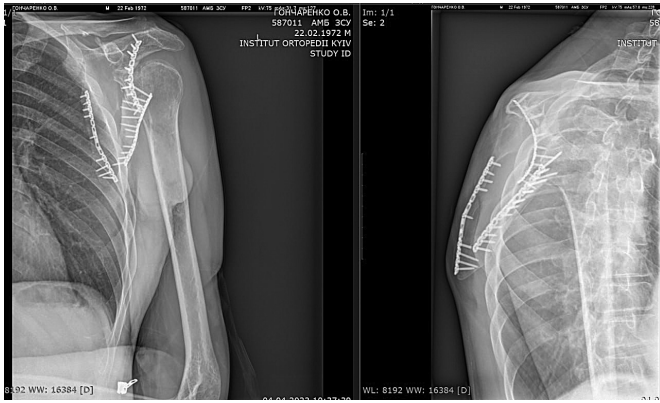


Рис. 2. Післяопераційна контрольна рентгенограма лопатки військовослужбовця (передньо-задня проекція, Y-проекція)

Результати

Всі 10 прооперованих військовослужбовців мали одну або декілька супутніх травм, таких як осколкове поранення області грудної клітки, осколкове поранення органів черевної порожнини, вогнепальні переломи кісток нижніх та верхніх кінцівок, пошкодження органів зору, травматичні ампутації пальців кистей та стоп, шкірно-м'язові дефекти різних локалізацій. Етапне лікування супутніх травм та загоєння ран проходило у лікарнях та військових шпиталях України. Крім роз'єднання зони невірної консолидації, усунення зміщень і деформацій переломів та остеосинтезу уламків, лікування включало заміщення дефекту м'яких тканин плеча та надпліччя невільним торако-дорзальним шкірно-м'язовим клаптом на судинно-нервовій ніжці, без відсічення сухожилка від місця кріплення до нижнього кута лопатки

(для запобігання деформації та пошкодження судинно-нервової ніжки у післяопераційний період) у 3 з 10 пацієнтів з дефектом дельтоподібного м'яза із пошкодженням *n.axillaris* (рис. 3).

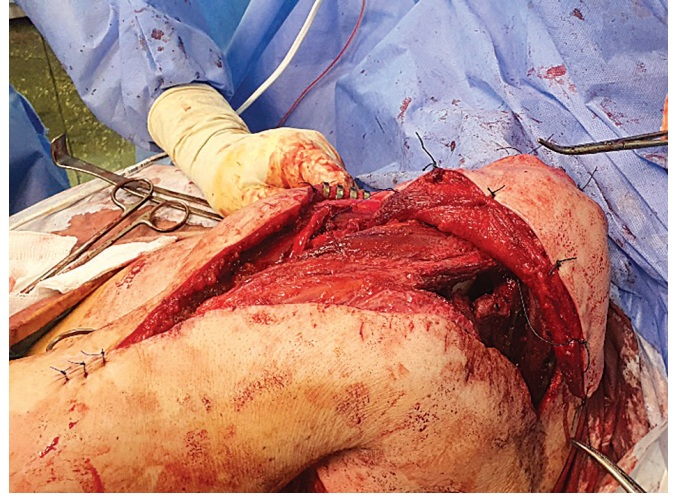


Рис. 3. Виділення та перенесення невільного торако-дорзального шкірно-м'язового клаптя на судинно-нервовій ніжці в зону дефекту частини дельтоподібного та підостьового м'яза.

Зазначеним пацієнтам проведено імплантацію артикулюючого спейсера через неможливість збереження нативного суглоба, відновлення конфігурації проксимального кінця плечової кістки та реконструкцію м'язів ротаторів для створення можливості ендопротезування плечового суглобу. (рис. 4).

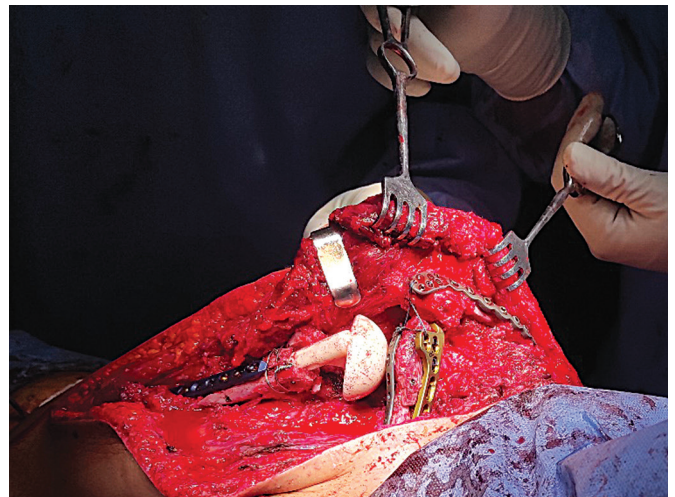


Рис. 4. Імплантований артикулюючий спейсер головки плечової кістки, фіксований діафізарною пластинкою.

Середнє значення за результатами опитування пацієнтів перед хірургічним втручанням за шкалою OSS склало 20,2 ($\pm 4,39$) балів, а після хірургічного втручання 34,1 ($\pm 7,56$) балів, що можна вва-

жати добрим результатом відповідно до бальної градації OSS. Всі досліджувані військовослужбовці відмітили значне зменшення больового синдрому під час нічного сну та при виконанні повсякденної домашньої роботи; результати наведені в таблиці №2.

Таблиця №2

Результати отримані за шкалою опитувальника OSS.

№	Стать	Вік (років)	Давність травми (міс)	OSS до операції	OSS після операції	Приріст OSS після операції	Час опитування після операції (міс)
1	ч	29	4	19	33	14	2
2	ч	45	5	13	26	13	2
3	ч	41	5	29	47	18	1
4	ч	33	8	20	40	20	3
5	ч	51	2	22	43	21	3
6	ч	34	3	20	33	13	3
7	ч	34	3	15	22	7	3
8	ч	45	5	23	31	8	3
9	ч	46	5	22	35	13	2
10	ч	45	2	19	31	12	4
Середні значення				20,2	34,1	13,9	2,6

Обговорення

Хірургічні втручання при переломах лопатки є досить дискусійною темою в сучасній медицині. Згідно з дослідженнями Dinko Vidović [3], Austin Neare [4] та David Limb [5] загальноприйнятими показаннями до хірургічного втручання є медіальне зміщення латерального краю лопатки > 25 мм, кутова деформація лопатки $> 45^\circ$, зміщення суглобової поверхні гленоїда на 3 або 5 мм і подвійні розриви верхнього підвісного комплексу плеча зі зміщеннями. Рекомендацій щодо лікування застарілих переломів лопатки на сьогоднішній день не існує, тому кожен окремий випадок потребує детального вивчення та планування для подальшої успішної реконструкції, вдалої реабілітації та відновлення функції кінцівки. Пізні поступлення пацієнтів було обумовлено специфікою вогнепальних ушкоджень даної ділянки, яке характеризується відкритими багатоуламковими переломами з наявністю дефектів кісток, м'язів та шкірного покриву. З огляду на руйнівну дію кульового або осколкового снаряду на кісткову та м'які тканини організму людини часто доводиться мати справу зі значними кістковими та шкірно-м'язовими дефектами в області поранення. В результаті віднести обсяг травми до існуючих класифікацій переломів лопатки буває складним, а іноді неможливим завданням. Розподілити хірургічне втручання на декілька етапів буває неможливо через загрозу незворотної втрати функції верхньої кінцівки. Одноетапна велика реконструкція асоціюється зі

значними ризиками: масивною крововтратою, загрозою інфекційних ускладнень або незрощеннями при великих реконструктивних втручаннях на декількох кістках одночасно. Для мінімізації післяопераційних ускладнень проводився інтраопераційний контроль показників гемоглобіну, завчасно замовлялась плазма та нативна кров для переливання інтра- або постопераційно, проводилась антибіотикопрофілактика впродовж 5 днів після операції.

Вибір хірургічного доступу та положення пацієнта на операційному столі для проведення реконструкції також проводився індивідуально. В переважній більшості хірургічних втручань ми використовуємо доступ за Жюде (рис. 5) та положення хворого на животі або на боці з доступом до крила клубової кістки для проведення забору кісткового аутогранулянту та вільною травмованою кінцівкою для проведення інтраопераційних маніпуляцій (рис. 6).



Рис. 5. Доступ за Жюде.
(положення пацієнта на животі)



Рис. 6. Положення пацієнта на боці з доступом до крила клубової кістки для проведення забору кісткового аутогранулянту та вільною травмованою кінцівкою

Досліджувані пацієнти потрапляли на лікування через тривалий час після поранення зі збереженим больовим синдромом та значним обмеженням функції верхньої кінцівки через конфлікт кісткових фрагментів або з дефектами кісткової та шкірно-м'язової тканини. Для полегшення стану зазначених пацієнтів було необхідно проводити хірургічні втручання направлені на зменшення больового синдрому (при недоцільності та задалегідь неефективній реконструкції), або виконувати кістково-шкірно-м'язові хірургічні втручання для отримання перспективи подальшого ендопротезування суглобу.

Через малу кількість випадків, при яких можливо було б провести консервативне лікування при вогнепальних невірних консолюдованих переломах лопатки, неможливо порівняти результати лікування з хірургічним методом лікування. Пацієнти потрапляють до нас через тривалий час після отримання поранення та первинної реабілітації зі збереженим больовим синдромом та значним обмеженням функції верхньої кінцівки.

Основними завданнями хірургічного лікування у зазначених пацієнтів були заміщення критичних функціонально важливих кісткових дефектів шляхом вільної кісткової пластики. Після стабільної фіксації тіла лопатки та її відростків було необхідно відновити суглобову поверхню із забезпеченням майбутньої стабільності суглоба (антеторсія, відновлення глено-полярного кута, відновлення офсету). Забезпечення біомеханіки та перспективи відновлення функції плечового суглоба шляхом остеосинтезу проксимального відділу плеча, при необхідності імплантація артикулюючого спейсера, заміщення функції дельтовидного м'язу шляхом пересадки невеликого активного торакодорзального клаптя. Обов'язковою умовою подальшого відновлення функції є стабілізація плеча, відновлення м'язів ротаторів з фіксацією їх до головки плеча або артикулюючого спейсера. Якщо у пацієнта наявні життєздатні суглобові поверхні, необхідно проводити хірургічне втручання направлене на збереження нативного суглоба. Всім пацієнтам із пошкодженням дельтовидного м'язу або ураженням *p. axillaris*, було проведено пересадку невеликого торакодорзального клаптя на судинно-нервовій ніжці одномоментно з метало-остеосинтезом.

Висновки

Аналіз структури травм показав, що при пораненні області лопатки в більшості випадків відбувається вогнепальний внутрішньосуглобовий перелом кісток плечового суглоба разом з тілом лопатки. При осколковому пораненні обсяг ураження значно більший ніж при кульовому, що супроводжується пошкодженням суміжних кісток та суглобів, тобто об'єм кісткових та м'якотканинних дефектів відповідає розміру агента, що спричинив травму. Як результат збільшується кількість підготовчих етапів, тривалість та обсяг хірургічного втручання. Якщо об'єм травми дозволяє провести хірургічне лікування зі збереженням нативного суглоба, то необхідно намагатися це зробити. При значному дефекті проксимального відділу плечової кістки необхідно створити умови для подальшого ендопротезування плечового суглобу шляхом постановки артикулюючого спейсера та фіксації м'язів ротаторів до нього. Провівши аналіз результатів опитувань пацієнтів до та після хірургічного лікування з використанням OSS, ми отримали середній приріст балів після хірургічного лікування $13.9 (\pm 4,62)$. Аналіз найближчих результатів показав, що хірургічне реконструктивне лікування невірних консолюдованих вогнепальних переломів лопатки створює біомеханічні передумови для відновлення функції верхньої кінцівки, зменшує больовий синдром і дозволяє проводити активну післяопераційну реабілітацію.

References

- Owens BD, Kragh JF Jr, Wenke JC, Macaitis J, Wade CE, Holcomb JB. Combat wounds in operation Iraqi Freedom and operation Enduring Freedom. *J Trauma*. 2008; 64(2):295-9. DOI: 10.1097/TA.0b013e318163b875.
- Strafun S., Sergienko R., Sergienko R., & Yuriychuk L. Results of shoulder arthroplasty. *Trauma*, 2017; 18(5), 8–12. DOI: 10.22141/1608.1706.5.18.2017.11114
- Vidović D., Benčić I., Čuti T., Bakota B., Bekić M., Dobrić I., et al. Surgical treatment of scapular fractures: Results and complications. *Injury*. 2021; 52 Suppl 5, S38–S43. DOI: 10.1016/j.injury.2020.09.031
- Heare A, Oleszkiewicz SM, Irizarry RCH, Cole PA. Scapular body fractures-should we be fixing more of these? *Annals of Joint*. 2021; 6:aoj-20-46. DOI: 10.21037/AOJ-20-46
- Limb D. Scapula fractures: a review. *EFORT Open Rev*. 2021; 6(6):518-525. DOI:10.1302/2058-5241.6.210010

Analysis of Early Surgical Treatment of Incorrectly Consolidated Gunshot Fractures of the Scapula

Telepenko H.V.¹, Haiovych V.V.¹

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

Summary. Objective. The objective of our study was to analyze the structure of incorrectly consolidated gunshot fractures of the scapula and early outcomes of surgical treatment. **Material and Methods.** We analyzed 10 cases of incorrectly consolidated gunshot fractures of the scapula in Ukrainian Armed Forces servicemen, received as a result of combat operations, and early outcomes of surgical treatment. The main indications for surgical treatment were as follows: severe impairment of function of the upper limb due to pain, fractures of the articular surface of the scapula with displacement of fragments over 2 mm, fractures of the acromion with displacement of more than 8 mm, and damages to muscles and skin. In addition to radiography in standard projections, preoperative examination included computed tomography (CT). Evaluation of functional outcomes was carried out within 1 to 4 months according to the Oxford Shoulder Score (OSS) scale. The average period of postoperative survey was 2.6 months. **Results.** Incorrect consolidation of fractures was caused by a long period of preoperative preparation and conservative treatment of wounds in patients due to openness and infection of bullet wounds in 2 patients and shrapnel wounds because of mortar, artillery, tank and rocket attacks in 8 patients. Staged treatment until wound healing was carried out in hospitals and military hospitals of Ukraine using VAC (Vacuum-Assisted Closure) devices. Four cases were right-sided and six were left-sided; 7 of 10 cases were intra-articular fractures with displacement of fragments of the articular surface by 2 mm or more. The average duration of injury at the time of surgery was 4.2 months (range from 2 to 8 months). In addition to eliminating displacements and deformities of incorrectly consolidated fractures and osteosynthesis of fragments, the treatment included replacing the soft tissue defect of the shoulder and shoulder girdle with a non-free thoracodorsal musculocutaneous flap on a neurovascular pedicle in 3 of 10 patients. Seven patients had an isolated wound to the scapula area. Three of 10 patients had a combined wound to the scapula with a defect of the humeral head, upper third of the humerus, and acromial end of the clavicle. These patients underwent implantation of an articulating spacer, restoration of the configuration of the proximal end of the humerus, and reconstruction of the rotator muscles to make possible the shoulder joint arthroplasty. The average value according to the results of a survey of patients on the OSS scale was 20.2 (± 4.39) points before surgery and 34.1 (± 7.56) points after surgery, which can be considered a good result according to the OSS scoring system. **Conclusions.** The analysis of the early outcomes showed that reconstructive treatment of gunshot old fractures of the scapula creates biomechanical prerequisites for restoring the function of the upper limb, reduces pain syndrome, and allows for active postoperative rehabilitation.

Keywords: scapula; combat injury; war; incorrectly consolidated fracture; gunshot injury; surgical intervention; military personnel.

Диференційований підхід до хірургічного лікування вогнепальних діафізарних переломів кісток гомілки

Калашніков А.В.¹, Літун Ю.М.¹✉, Дем'ян Ю.Ю.²

Резюме. Актуальність. Проблема лікування вогнепальних переломів кінцівок зумовлена – високоенергетичним характером ушкоджень, частотою інфекційних ускладнень, значним відсотком сповільненої консолидації та формуванням хибних суглобів і дефектів кісткової тканини. **Мета дослідження.** Покращити результати лікування постраждалих з вогнепальними переломами кісток гомілки на основі розробки диференційованого підходу до лікування таких пошкоджень. **Матеріали і методи.** Дослідження ґрунтується на результатах обстеження та лікування 128 постраждалих з домінуючими бойовими ушкодженнями гомілки. Пацієнтів було розподілено на дві групи. До першої контрольної групи увійшло 68 постраждалих – лікування методом черезкісткового остеосинтезу. Другу групу – дослідну, склали 60 пацієнтів, яким виконувалася заміна позавогнищевого остеосинтезу на внутрішній, здебільшого інтрамедулярний. Оцінка функціональних результатів лікування проводилася за шкалою LEFS (Lower Extremity Functional Scale) у динаміці лікування в терміни 3, 6, 12, 18 місяців. **Результати.** Середні значення в обох групах протягом перших двох тижнів статистично не відрізнялися, а їх середні значення за шкалою LEFS склали 15,75 балів. Найбільш значні відмінності спостерігалися у термін від 6 до 12 місяців з моменту поранення $39,4 \pm 2,4$ (АЗФ) та $57,3 \pm 2,1$ (БІОС). Через 18 міс. відмінні результати були визначені у 20,7% постраждалих дослідної та у 15,8% контрольної групи (61 – 80 балів LEFS). Добрі – 43,2 та 33,1% відповідно (41-60 балів LEFS). Задовільні (21-40 балів LEFS) – 28,1 та 39,3% відповідно. Значення незадовільних результатів склали 8,0% у осіб дослідної групи та у 11,8% – контрольної групи ($p < 0,05$). **Висновки.** Аналіз результатів лікування постраждалих з вогнепальними переломами кісток гомілки демонструє, що застосована за показаннями конверсія із дотриманням критеріїв до заміни методу фіксації, дозволяє зменшити частоту ускладнень як в ранній, так і пізній післяопераційний період, скоротити терміни зрощення вогнепальних переломів кісток гомілки на $4,5 \pm 2,3$ тижнів, зменшити кількість порушень консолидації переломів на 10,6%, а також покращити функціональні результати постраждалих на 15,0%.

Ключові слова. Вогнепальні переломи, кістки гомілки, конверсія, хірургічне лікування.

Вступ

Актуальність проблеми лікування вогнепальних переломів кінцівок зумовлена високою питомою вагою вогнепальних переломів довгих кісток кінцівок, тяжкістю пошкоджень, частотою інфекційних ускладнень, значним відсотком порушення консолидації та дефектами кісткової тканини.

Внаслідок мінно-вибухової травми поранення

верхніх кінцівок має місце у 24,2–42%, нижніх у 58–75,8% випадків усіх поранень. За даними авторів частка діафізарних переломів складає до 48 %, а переломи діафізів кісток гомілки сягають від 27 до 36% серед всіх діафізарних переломів [1, 2, 3].

Аналіз вказує на велику медичну та соціально-економічну проблеми лікування переломів кісток нижніх кінцівок. Незважаючи на велику кількість розроблених останніми роками і впроваджених способів стабільно-функціонального остеосинтезу переломів кісток гомілки, часто спостерігаються незадовільні результати і ускладнення, які є причиною первинної інвалідності в 2,7–37%

✉ Літун Ю.М., litun_yurii@ukr.net

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

²КНП Обласна дитяча лікарня, Мукачево, Україна

випадків. Кількість незадовільних результатів лікування становить 10–45 %, а частота незрощень та формування псевдоартрозів гомілки сягає до 15%. При лікуванні складних переломів найбільше труднощів представляють багатуламкові переломи діяфізу гомілки, які складають біля 10 % всіх закритих та 35% відкритих переломів кінцівок [4, 5, 6].

Вибір методу і тактики лікування постраждалих з переломами кісток гомілки і побудова плану оперативного втручання є одним із найважливіших, оскільки від цього залежить не тільки час зрощення кісткових відламків, але й відновлення функції кінцівки та працездатності постраждалого [7, 8, 9].

Тому актуальним на даний час є розробка нових і вдосконалення існуючих технологій комплексного лікування пацієнтів з пошкодженнями кінцівок із використанням останніх досягнень травматології та хірургії ушкоджень, зокрема сучасних оперативних технологій і способів раннього або відстроченого остеосинтезу, а також методів профілактики ранової інфекції і стимуляції загоєння ран.

Мета дослідження – покращити результати лікування постраждалих з вогнепальними переломами кісток гомілки на основі розробки диференційованого підходу до лікування таких пошкоджень.

Матеріали і методи

Дослідження ґрунтується на результатах обстеження та лікування 128 постраждалих з домінуючими бойовими ушкодженнями гомілки, які знаходилися на стаціонарному лікуванні в клініках інституту. Пацієнтів було розподілено на дві групи. До першої контрольної групи увійшло 68 постраждалих – лікування переломів проводилося методом позавогнищевого остеосинтезу (АЗФ). Другу групу – дослідну склали 60 пацієнтів, яким виконувалася заміна позавогнищевого остеосинтезу на внутрішній, здебільшого інтрамедулярний (БІОС).

Оцінку морфологічної характеристики переломів кісток гомілки проводили згідно критеріїв АО/ASIF, тяжкість вогнепальних поранень визначалася за класифікацією відкритих переломів Gustilo – Anderson (табл. 1).

Слід зазначити, що переважна більшість бойових ушкоджень, які були проаналізовані нами, були заподіяні сучасними видами зброї та боеприпасів, у зв'язку з цим вони розглядаються як високоенергетичні. Згідно з класифікацією Gustilo – Anderson цю категорію ушкоджень віднесено до III

типу. Аналіз наведених даних свідчить про домінування у структурі ушкоджень III В та С типу, що в свою чергу характеризуються значним пошкодження м'яких тканин, руйнуванням окістя, відшаруванням або дефектом шкіри і супроводжується високим ризиком розвитку гнійно-некротичних та інфекційних ранових ускладнень, а також порушень консолідації переломів.

Таблиця 1.

Розподіл тяжкості вогнепальних переломів кісток нижніх кінцівок згідно класифікації Gustilo – Anderson

Gustilo – Anderson	Група з конверсією БІОС		Група, що лікувалась методом позавогнищевго остеосинтезу	
	Частота	%	Частота	%
I	12	20,0	8	11,8
II	14	23,3	12	17,7
III	34	56,7	48	70,5
Загалом	60	100,0	68	100,0

У переважній більшості випадків постраждалим на етапах евакуації виконувалася первинна хірургічна обробка ран, стабілізація ушкоджених сегментів АЗФ. Рішення щодо варіантів закриття ранових дефектів приймалося протягом перших 3-7 діб від моменту поранення на підставі динамічної комплексної клініко-лабораторної оцінки. З 128 пацієнтів у 34 випадках поранень без оголення кістки та інших важливих анатомічних утворень, закриття ран виконувалося накладанням вторинних швів; 27 пораненим застосовували лікування ран негативним тиском з наступною аутодермопластиком розщепленими або місцевими переміщеними клаптями; в 11 випадках – за допомогою комбінованої васкуляризованої клаптевої пластики.

Рішення про конверсію в остаточний інтрамедулярний остеосинтез приймали, враховуючи значну кількість факторів, зокрема – характер, перебіг травми, ступінь порушення кровообігу та бальну оцінку відповідно до їх характеристик (О.Бур'янов та співавт. (2022)) [10].

Функціональна оцінка стану поранених кінцівок здійснювалася з використанням шкали Lower Extremities Functional Score (LEFS) через 1 тиждень після поранення та у терміни 3, 6, 12, 18 міс. LEFS оцінює можливі труднощі у пацієнта, що пов'язані з перерахованими в анкеті діями через проблеми з нижніми кінцівками. Анкета складається з переліку питань, що стосуються стану кульшового, колінного, над'яточного суглобів і стопи. Анкета включає 20 питань, що відображають повсякденну

активність. Сумарна оцінка знаходиться в інтервалі від 0 до 80 балів, де 80 відповідає найкращому функціональному стану нижніх кінцівок: 0–20 виражене функціональне обмеження; 21–40 помірне функціональне обмеження; 41–60 від легкого до помірного функціонального обмеження; 61–80 мінімальне функціональне обмеження або нормальна функція [11].

Статистичний аналіз. Результати досліджень визначали в одиницях СІ. Для обробки отриманих даних застосовували стандартну комп'ютерну програму «Microsoft Excel 2010». Статистичну обробку результатів проводили за допомогою загальноприйнятих методів із використанням критеріїв різниці між двома сукупностями, дисперсійного та кореляційного аналізу.

Результати

Лікування вогнепальних переломів нижньої кінцівки потребує вибору методу фіксації, оскільки кожен з них має певні переваги незалежно від

умов місцевого та загального характеру.

Підставою для ухвалення рішення щодо конверсії були сприятлива оцінка загального стану пораненого, відсутність ознак локальної чи генералізованої інфекції, технічна можливість виконання БІОС, низька прогностична ймовірність виникнення ускладнень за результатами клінічного прогнозування.

Середня тривалість лікування АЗФ до конверсії в БІОС становила 19 діб (min=12, max=29, SD=3,86). У групі конверсії близько 1/3 постраждалих за відсутності інфекційних ускладнень АЗФ демонтувався на операційному столі при проведенні БІОС. У випадках наявності ознак запалення у місцях проведення спиць (стержнів) апарат демонтувався, проводилася санація ділянки стержнів до моменту загоєння ран.

Консолідація оцінювалася за результатами рентгенографії та функціональної оцінки пошкодженої кінцівки. Зрощення вогнепальних діафізарних переломів гомілки типу А у осіб дослідної групи відбувалося в середньому в терміні 19±2,3 тижнів, типу В – 24±1,4 тижні, типу С – 29±2,1 тиж-

Таблиця 2.

Клінічна характеристика груп постраждалих

Характеристики	Деталізація ознак	Група з конверсією		Група без конверсії	
		Абс. к-ть	%	Абс. к-ть	%
Кількість постраждалих		60	100	68	100
АО/ASIF	A	7	11,6	5	7,3
	B	31	51,7	22	32,4
	C	22	36,7	41	60,3
Gustilo – Andersen	grade 1	12	20,0	8	11,8
	grade 2	14	23,3	12	17,7
	grade 3	34	56,7	48	70,5
Метод первинної стабілізації	АЗФ	52	86,7	63	92,6
	Гіпсова повязка	5	8,3	3	4,5
Дебридмент	Внутрішній остеосинтез	3	5,0	2	2,9
	Первинний	60	100	68	100
	Повторний	32	53,3	46	67,6
	3 і більше	7	11,6	22	32,3
Тип порушення консолидації	Сповільнена консолидація	6	10,0	9	13,2
	Незрощення	3	5,0	5	7,4
	Хибний суглоб	4	6,6	6	8,8
	Формування дефекту	1	1,6	3	4,4
Інфекційні ускладнення	Загалом	14	23,2	23	33,8
	Поверхневі	8	13,3	11	16,1
	Глибокі	5	8,3	6	8,8
	Остеомієліт	2	3,3	8	11,7
	Ампутації	Вторинні	1	1,7	3

ня. Середній термін зрощення у цій групі становив $24 \pm 2,5$ тижнів при неускладненому перебігу. Для контрольної групи терміни зрощення були дещо пролонговані – тип А – $23 \pm 1,9$, тип В – $29 \pm 2,2$ та тип С – $33 \pm 2,2$ тижнів, середній їх термін склав $28 \pm 2,1$ тижнів.

Аналіз порушень консолідації вогнепальних переломів кісток гомілки показав, що вони визначаються у 23 (33,8%) поранених контрольної та у 14 (23,2%) постраждалих дослідної групи ($p < 0,05$) (табл. 2).

У дослідній групі сповільнена консолідація визначена у 6 (10,0%) поранених, незрощення – 3 (5,0%), хибні суглоби – 4 (6,6%) та формування сегментарного чи пристінкового дефекту в 1 (1,6%) випадків. Натомість у контрольній групі ці значення були наступні: сповільнена консолідація – 9 (13,2%), незрощення та хибні суглоби – 11 (16,2%), дефект кістки – 3 (4,4%).

Порушення консолідації в підгрупах відрізнялися не суттєво – в межах 10%. В дослідній групі цей відсоток склав 23,2% (14 пацієнтів), відповідно в контрольній групі 33,8% (23 пацієнта).

Порівнюючи частоту гнійних ускладнень, слід зазначити, що в групі без конверсії превалювала частка тяжких вогнепальних ран, що супроводжувалося глибокими інфекційними процесами та остеомієлітом – 14 (19,5%). У постраждалих, котрим була виконана конверсія, частіше мали місце поверхневі нагноєння – 8 (13%) випадків.

При ускладненому перебігу термін зрощення переломів гомілки склав $34 \pm 2,9$ тижні для групи із застосуванням БІОС та $39 \pm 2,1$ тижнів АЗФ відповідно.

Кореляційний аналіз показує помірний взаємозв'язок між морфологічним типом перелому та терміном консолідації ($r = 0,583$, $p < 0,05$). Встановлено, що ранові ускладнення суттєво впливають на терміни консолідації вогнепального перелому ($r = 0,78$, $p < 0,05$). Зазначені дані свідчать про більш тривалий період консолідації вогнепальних переломів у порівнянні із середніми термінами зрощення відкритих переломів аналогічної локалізації, що можна пояснити з погляду механо- і патогенезу бойової травми.

Оцінка функціональних результатів лікування проводилася за шкалою LEFS у динаміці лікування в терміни 3, 6, 12, 18 місяців з моменту поранення (рис. 1).

Як показують дані, динаміка функціонального відновлення в дослідній та контрольній групах носить односпрямований характер. При цьому спостерігається вищий рівень функції в дослідній групі у всі періоди спостереження, починаючи з першого місяця, що пов'язано більш раннім від-

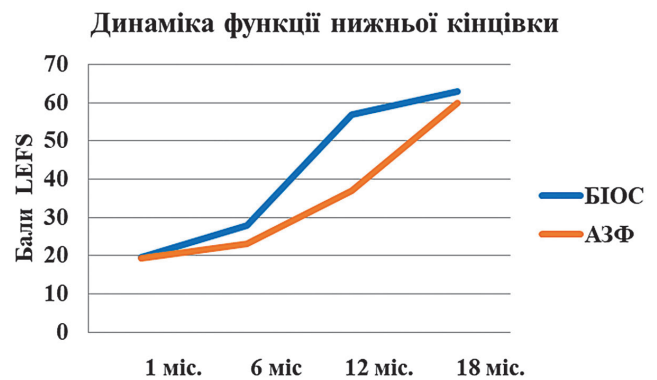


Рис. 1. Динаміка відновлення функції (у балах за LEFS) протягом лікування у постраждалих дослідної та контрольної груп

новлювальним лікуванням. У цьому ж проміжку часу відбувається мобілізація суглобів з швидким відновленням амплітуди рухів.

Найбільш значні відмінності спостерігалися у термін від 6 до 12 місяців з моменту поранення $39,4 \pm 2,4$ (АЗФ) та $57,3 \pm 2,1$ (БІОС).

У випадках застосування АЗФ прогресування функціонального стану починається, як правило, після демонтажу апарату, що вимагає значних зусиль постраждалого і фахівців з реабілітації та відновного лікування.

Так, відмінні результати були визначені у 20,7% постраждалих дослідної та у 15,8% контрольної групи (61-80 балів LEFS). Добрі – 43,2% та 33,1% відповідно (41-60 балів LEFS). Задовільні (21-40 балів LEFS) – 28,1% та 39,3% відповідно. Значення незадовільних результатів склали 8,0% в дослідній та у 11,8% – у контрольній групі ($p < 0,05$) (рис. 2).

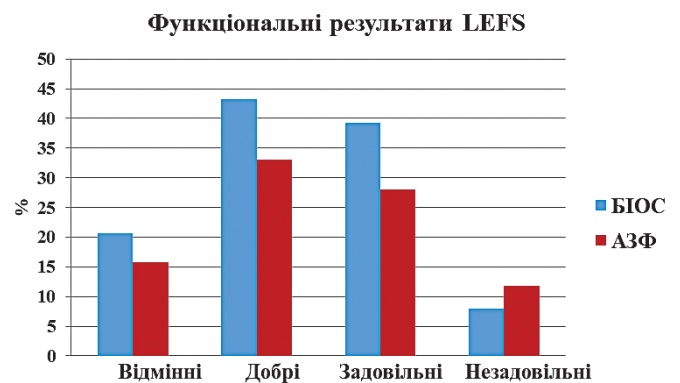


Рис. 2. Функціональні результати лікування постраждалих з вогнепальними переломами кісток гомілки

Таким чином, проведення конверсії з дотриманням вимог щодо її виконання, дозволяє зменшити кількість ускладнень та відсоток порушення консолідації на 10,6%, скоротити терміни зрощення вогнепальних переломів кісток гомілки на $4,5 \pm 2,3$ тижні, покращити результати лікування на 15,0%.

Обговорення

Лікування вогнепальних переломів нижньої кінцівки потребує вибору методу фіксації, оскільки кожен із них має певні переваги незалежно від умов місцевого й загального характеру [12]. Стабілізація перелому повинна виконуватися відразу ж після дебридменту рани та усунення загроз для життя пораненого. У цьому контексті апарати позавогнищевої фіксації як на основі шпичь, так і на основі стрижнів мають суттєві переваги через малу додаткову травматизацію тканин ушкодженого сегмента та невеликий термін їх монтажу, що загалом суттєво зменшує травматичність оперативного втручання і робить їх незамінними при тяжкому стані постраждалого, особливо при множинних та поєднаних ушкодженнях. У таких випадках апарати виконують роль не тільки первинного остеосинтезу, а й методу остаточного лікування (за умов досягнення оптимальної репозиції кісткових уламків) [13, 14]. Можливим є і первинне застосування методу компресійно-дистракційного остеосинтезу за Ілізаровим, запропонованого автором для лікування вогнепальних переломів за наявності первинного кісткового дефекту або при дефекті м'яких тканин. Однак, тривала експлуатація АЗФ супроводжується рядом специфічних ускладнень та очевидними незручностями для постраждалого [15].

У той же час внутрішній метод, особливо БІОС, що переважно застосовується при переломах діафіза довгих кісток, має низку переваг: мінімальна травматичність, досягнення стабільної фіксації за рахунок блокування гвинтами в ділянках кістки проксимальніше і дистальніше перелому з можливістю навантажувати кінцівку через декілька тижнів після оперативного втручання [5, 7, 16].

Клінічний приклад. Пацієнт К., віком 34 роки. Діагноз: МВТ правої нижньої кінцівки з вогнепальним переломом діафізу обох кісток гомілки зі зміщенням. На етапах евакуації було проведено ПХО, гіпсова іммобілізація з подальшим відстроченим ушиванням рани передньої поверхні гомілки (рис. 3).

Після загоєння ран та нормацізації клініко-лабораторних показників прийнято рішення в термін 19 діб з моменту травми провести БІОС великогомілкової кістки. Консолідації досягнуто в термін 7 місяців з моменту отримання поранення. Результат лікування склав 70 балів LEFS. (рис. 4).

Концепція конверсії АЗФ у БІОС не нова. Застосування АЗФ при вогнепальних переломах гомілки з наступною заміною на БІОС використовує переваги обох методів, проте потребує дотри-



Рис. 3. Рентгенограми пацієнта К., 34 років. Діагноз: МВТ правої гомілки. Вогнепальний уламковий переломом обох кісток гомілки зі зміщенням IIIA тип (Guthrie – Anderson), (тип 42 C3. IO 3, MT 2, NV1 – AO/ASIF).

мання певних умов [10]. Спроби розширення показань до конверсії або їх нехтування призводять до зростання кількості ускладнень і незадовільних результатів.

Слід зазначити, що дискусійним залишається питання диференційованого вибору тактики первинного та остаточного остеосинтезу в залежності від комплексної оцінки багатьох факторів – тяжкості стану пораненого, локальної тяжкості ушкодження, типу та морфології перелому, умов надання спеціалізованої допомоги [7, 17, 18].

Висновки

Переломи кісток гомілки під час військових дій носять переважно високоенергетичний характер, заподіяні мінно-вибуховою травмою (63,3%), що характеризуються значним ушкодженням м'яких тканин і високим ризиком розвитку інфекційних ускладнень, що повинно враховуватися при організації спеціалізованої допомоги та визначенні оптимальної тактики лікування.

Вогнепальні переломи кісток гомілки супроводжуються значним відсотком розладів репаративного остеогенезу (сповільнена консолидація, незрощення та хибні суглоби, дефекти кісткової тканини) від 23,2% (блокуючий інтрамедулярний остеосинтез) до 33,8% (позавогнищевий остеосинтез).

Застосування позавогнищевий остеосинтезу



а – зовнішній вигляд гомілки та рентгенограми після виконаного БІОС;
б – рентгенограми в термін 26 тижнів з моменту оперативного втручання.

Рис. 4. Зовнішній вигляд гомілки пацієнта К., рентгенограми в післяопераційний період та на етапах спостереження.

в якості етапного або остаточного методу оперативного лікування має ряд переваг особливо у випадках тяжких ушкоджень гомілки.

Диференційна тактика вибору методів остеосинтезу вогнепальних переломів кісток гомілки, виконана з урахуванням факторів, що підвищують ризик заміни апарату зовнішньої фіксації на внутрішній остеосинтез, дозволяє зменшити кількість ускладнень, скоротити терміни зрощення на $4,5 \pm 2,3$ тижні, а також покращити функціональні результати постраждалих на 15%, що свідчить про її ефективність.

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

References

1. Kozlov VK, Akhmedov BG, Chililov AM. Clinical experience in the use of various methods of complex treatment of wounded with gunshot fractures of limb bones. *Surgery*. 2017;3:61-9. DOI: 10.17116/hirurgia2017361-69.
2. Omid R, Stone MA, Zalavras CG, Marecek, G. Gunshot Wounds to the Upper Extremity. *JAAOS*. 2019;27(7):301-10. DOI: 10.5435/JAAOS-D-17-00676.
3. Бур'янов ОА, Страфун СС, Шлапак ІП, Лакша АМ, Галушко ОА, Ярмолюк ЮО, та ін. Вогнепальні поранення кінцівок: методичні рекомендації. Київ, 2015. 46 с. Burianov OA, Strafun SS, Shlapak IP, Laksha AM, Halushko OA, Yarmoliuk YuO, et al. Gunshot wounds of the extremities: guidelines. Kyiv, 2015. 46 s. [in Ukrainian].
4. Su CA, Nguyen MP, O'Donnell JA, Vallier HA. Outcomes of tibia shaft fractures caused by low energy gunshot wounds. *Injury*. 2018;46(6):1097-1101. DOI: 10.1016/j.injury.2018.05.006.
5. Connolly M. Changing paradigms in lower extremity reconstruction in war-related injuries. *Military Medical Research*. 2016;3:9.
6. Franke A. Treatment of gunshot fractures of the lower extremity: Part 1: Incidence, importance, case numbers, pathophysiology, contamination, principles of emergency and first responder treatment. *Unfallchirurg*. 2014;117(11):978-84. DOI: 10.1007/s00113-014-2635-y.
7. Fang X, Jiang L, Wang Y. Treatment of Gustilo grade III tibial fractures with unreamed intramedullary nailing versus external fxator: The meta analysis. *Med Sci Monit*. 2012;18:49-56. DOI: 10.12659/msm.882610.
8. Polat G, Balci HI, Ergin ON, Asma A, Şen C, Kiliçoğlu Ö. A comparison of external fxaton and locked intramedullary nailing in the treatment of femoral diaphysis fractures from gunshot injuries. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2018;44:451-5. DOI: 10.1007/s00068-017-0814-6.
9. Nguyen MP, Como JJ, Golob JF, Reich MS, Vallier HA. Variation in treatment of low energy gunshot injuries—A survey of OTA members. *Injury*. 2018;49(3):570-4. DOI: 10.1016/j.injury.2018.01.027.
10. Бур'янов ОА, Ярмолюк 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 OA, Yarmoliuk YO, Gritsai MP, Klapchuk YV, Los' DV, Omelchenko TM, et al. Modern Approaches to Replacing the Method of Fixation in Gunshot Fractures of Long Bones. Terra Orthopaedica. 2022,4:74-7. [in Ukrainian].

11. Binkley JM, Stratford PW, Lott SA, Riddle DL. The lower extremity functional scale (LEFS): scale development, measurement properties, and clinical application. Phys Ther. 1999;79(4):371-383.

12. Abghari M, Monroy A, Schubl S, Davidovitch R, Egol K. Outcomes following lowenergy civilian gunshot wound trauma to the lower extremities: results of a standard protocol at an urban trauma center. Iowa Orthop J. 2015;35:65-9.

13. Atesalp AS. Treatment of tibial bone defects with the Ilizarov circular external fixator in high-velocity gunshot wounds. Int. Orthop. 1998;22(6):343-7. DOI: 10.1007/s002640050274.

14. Jeffery SL. The Management of Combat Wounds: The

British Military Experience. Adv Wound Care (New Rochelle). 2016;1(10):464-473. DOI: 10.1089/wound.2015.0653.

15. Woolum JA, Bailey AM, Dugan A, Agrawal R, Baum RA. Evaluation of infection rates with narrow versus broad-spectrum antibiotic regimens in civilian gunshot openfracture injury. Am J Emerg Med. 2020;38(5):934-9. DOI: 10.1016/j.ajem.2019.158358.

16. Laigle M, Rony L, Pinet R, Lancigu R, Steiger V, Hubert L. Intramedullary nailing for adult open tibial shaft fracture. An 85-case series. Orthop Traumatol Surg Res. 2019;105:1021-4. DOI: 10.1016/j.otsr.2019.04.020.

17. Trutyak I, Los D, Medzyn V, Trunkvalter V. Treatment of combat surgical trauma of the limbs in the conditions of modern war. Proceedings of the Shevchenko Scientific Society. Medical Sciences; 2022;69(2):129-136. DOI: <https://doi.org/10.25040/ntsh2022.02.16>.

18. Smith RN, Tracy BM, Smith S, Johnson S, Martin ND, Seamon MJ. Retained bullets after firearm injury: a survey on surgeon practice patterns. J Interpers Violence. 2022;37:1-7. DOI: 10.1177/0886260520914557.

Differentiated Approach to Surgical Treatment of Gunshot Diaphyseal Shin Fractures

Kalashnikov A.V.¹, Litun Yu.M.¹, Demian Yu.Yu.²

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

²MNPE «Regional Children's Hospital», Mukachevo

Summary. Background. The roots of problems in the treatment of gunshot fractures to extremities lay in the high-energetic character of these traumas, the frequency of infectious complications, high rate of slow consolidations, and occurrence of pseudoarthroses and bone tissue lesions. **Objective.** The objective of the study was to improve the treatment results of patients with gunshot fractures of the shin bones based on the development of a differentiated approach to the treatment of such injuries. **Material and Methods.** The study is based on the results of examination and treatment of 128 patients with dominant combat shin traumas. The patients were divided into two groups. The first group (control group) included 68 patients who underwent treatment with an external fixation device (EFD). The second group (study group) included 60 patients who underwent the extrafocal osteosynthesis replaced by an internal, mostly intramedullary one. To assess the functional outcomes of treatment, we applied the LEFS (Lower Extremity Functional Scale) in the dynamics of the therapy, namely in 3, 6, 12, and 18 months after the injury. **Results.** Mean values in both groups during the first two to three weeks showed no statistically significant difference, and their average score according to the LEFS scale was 15.75 points. The most significant differences were observed in the period from 6 to 12 months after the injury, 39.4 ± 2.4 (EFD) and 57.3 ± 2.1 (intramedullary nailing). After 18 months, excellent results showed 20.7% of patients from the study group and 15.8% of the control group (61 – 80 LEFS scores). Good results had 43.2% and 33.1%, respectively (41 – 60 LEFS scores). 28.1% and 39.3%, respectively, showed satisfactory results (21 – 40 LEFS scores). Poor results showed 8.0% of patients of the study group and 11.8% of the control group ($p < 0.05$). **Conclusions.** The analysis of treatment outcomes of patients with gunshot diaphyseal shin fractures demonstrates that conversion, when used according to indications and following criteria to the replacement of the method of fixation, reduces the incidence of complications in both the early and late postoperative periods, fastens consolidation of gunshot diaphyseal shin fractures by 4.5 ± 2.3 weeks, reduces the frequency of fracture consolidation disorders by 10.6%, and improves the functional results of the patients by 15.0%.

Keywords: gunshot fractures; shin bones; conversion; surgical treatment.

Мікрофлора виділень в хірургічному стаціонарі ортопедо-травматологічного профілю за 2021-2023 роки (ДУ «ІТО НАМНУ»)

Лютко О.Б.¹, Вітрак К.В.¹, Діденко С.В.¹, Мельник К.О.¹

Резюме. Інфекції, пов'язані з наданням медичної допомоги (ІНМД): області хірургічного втручання, післяопераційні та внутрішньолікарняні є найчастішим небажаним явищем у світовій медицині. Жодна країна не позбавлена від тягаря подібних ускладнень. За даними статистики на сьогодні в стаціонарах 7 розвинених та 15 інших країн світу в будь-який момент часу діагностують, принаймні, один випадок ІНМД у кожного з 100 госпіталізованих пацієнтів [1]. Виникнення таких ускладнень в процесі лікування хворого в умовах стаціонару призводить до необхідності проведення додаткових діагностичних досліджень, призначення антибіотиків додатковими курсами та незапланованого хірургічного втручання. Погіршення прогнозів лікування може відбуватися через формування так званої резистентної мікрофлори у хворих з реальною ймовірністю її розповсюдження в стаціонарі. Профілактика виникнення ІНМД на практиці відбувається за рахунок проведення планової роботи з інфекційного контролю в операційних блоках та маніпуляційних кабінетах у клінічних відділеннях та кваліфікованої вчасної діагностичної роботи атестованих мікробіологічних лабораторій в стаціонарах. **Метою роботи** було визначити спектр мікрофлори виділень за три роки (2021-2023 рр.) у хворих ортопедо-травматологічного профілю через зміни у виникненні сучасних травм отриманих частіше в умовах військової агресії; запропонувати виявлені відмінності в якості критеріїв призначення антибактеріальних препаратів при комплексному стаціонарному лікуванні. В роботі показано, що за три останні роки (2021-2023 рр.) співвідношення граммпозитивних та грамнегативних мікроорганізмів у досліджуваному матеріалі було в середньому 1,65 і залишалось незмінним у порівнянні з попередніми роками. Особливістю періоду, що аналізується, було збільшення кількості метицилінрезистентних стафілококів у 1,3 рази. Змінився спектр грамнегативних клінічних штамів: збільшилась кількість штамів *Kl. pneumoniae* з високим рівнем полірезистентності (в 2,5 рази). Отримані дані дозволили виявити спектр мікрофлори виділень у хворих ортопедо-травматологічного профілю з сучасними інфекційними ускладненнями, що спонукає внести зміни у стандарти протоколів антибактеріального лікування; планувати потреби у відповідних антибіотиках в стаціонарах з персоналізацією їх призначення для підвищення ефективності лікування та зниження ризику розвитку антимікробної резистентності

Ключові слова: інфекційні ускладнення, мікрофлора виділень, спектр, полірезистентність, хворі ортопедо-травматологічного профілю.

Інфекції, пов'язані з наданням медичної допомоги (ІНМД): області хірургічного втручання, ранові післяопераційні та внутрішньолікарняні є найчастішим небажаним явищем у світовій медицині. Жодна країна не позбавлена від тягаря подібних ускладнень. На сьогодні в стаціонарах 7

розвинених та 15 інших країн світу у будь-який момент часу діагностують принаймні один випадок ІНМД у кожного з 100 госпіталізованих пацієнтів. В стаціонарах хірургічного профілю ця цифра сягає 20 %.[1]

Питома вага інфекцій області хірургічного втручання – обтяжуючого ускладнення, що фіксується в усіх підрозділах хірургії, залишається високою. Так звані ранові післяопераційні інфекції

✉ Лютко О.Б., o.liutko@gmail.com

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

становлять третину внутрішньолікарняних ускладнень серед хірургічних хворих у стаціонарах [2, 3, 4].

Існування таких ускладнень в процесі лікування хворого, що перебуває в стаціонарі, призводить до більш тривалої госпіталізації, додаткових діагностичних досліджень, призначення антибіотиків часто довготривалими курсами та інколи – незапланованого хірургічного втручання з метою радикального усунення наслідків інфекційного ускладнення. До погіршення післяопераційних прогнозів в таких випадках додається формування резистентних штамів мікроорганізмів у хворих під час лікування та розповсюдження таких штамів у стаціонарі та/або серед оточуючих пацієнтів. Профілактика виникнення ІНМД на практиці відбувається за рахунок проведення планової роботи з інфекційного контролю в операційних блоках та маніпуляційних кабінетах у клінічних відділеннях та кваліфікованої вчасної діагностичної роботи атестованих мікробіологічних лабораторій в стаціонарах.

Класична мікробіологічна діагностика інфекційних ускладнень включає наявність в лабораторіях відповідного обладнання, кваліфікованих фахівців. Визначення збудників інфекції та їх антимікробної чутливості/резистентності мають першочергове значення для розробки тактики лікування та підвищення ефективності роботи клініцистів [5].

Емпіричне призначення антибіотиків, що часто призначаються планово, орієнтовно, за затвердженим протоколом антибактеріального лікування хворого [6, 7] до підтвердження мікробіологічного результату інфекційного ускладнення, може знижувати ефективність хірургічного лікування внаслідок формування резистентних мікроорганізмів та хронізацією інфекційного процесу, що виник. Розвиток у таких випадках множинної антибактеріальної стійкості є руйнівною проблемою і пов'язана з ростом захворюваності та смертності.

Сучасні міжнародні настанови в цій галузі рекомендують ввести в роботу медичних закладів Програму Управління протимікробними препаратами (ASP). Серед головних її завдань – деескалація антибіотиків (ADE) – стратегія зменшення спектру емпіричної антимікробної терапії з метою зменшення екологічного впливу на мікробіом пацієнта та зменшення виникнення інфекційних ускладнень, викликаних умовно-патогенними мікроорганізмами (УПМ) [8, 9].

З цією ж метою міжнародною спільнотою був прийнятий Глобальний План дій боротьби з резистентністю до протимікробних препаратів, узгоджений Всесвітньою асамблеєю охорони здоров'я

ще у 2015 році [10]. У 2019 р. уряд України затвердив Національний план з боротьби з антимікробною резистентністю з приєднанням українських вчених до Європейського Союзу [11].

Особливістю сучасного періоду охорони здоров'я в Україні є урахування міграційних процесів при пересуванні хворих з травматолого-ортопедичною патологією [12].

Так, на практиці, емпіричне призначення антибіотиків широкого спектра дії згідно затверджених протоколів при транспортуванні пацієнтів в спеціалізовані заклади зберігає життя травмованим, але не урахування зміненої чутливості мікроорганізмів кардинально погіршує перебіг існуючих інфекційних ускладнень та їх санацію. Особливо це стосується змін у антибіотикочутливості так званих грамнегативних бактерій, колонізація яких вкрай вірогідна в медичних закладах на шляхах евакуації [13].

Так, за даними Хоменко І.П. 2014 – 2017 рр., мікрофлора інфікованих вогнепальних поранень різної локалізації належала до такої УПМ: *Pseudomonas aeruginosa* (22,5 %), *Proteus mirabilis* (21,3 %), *Staphylococcus aureus* (23,8 %), *Streptococcus pyogenes* (18,8 %) та *Escherichia coli* (13,8 %) [14]. За даними Фоміної Н.С. 2023, неферментуючі грамнегативні бактерії також і на сьогодні залишаються провідними патогенами в розвитку внутрішньолікарняних інфекцій. Зросла їх роль і в розвитку інфекційних ускладнень вогнепальних поранень. Так, якщо під час проведення антитерористичної операції (АТО)/операції об'єднаних сил (ООС) ацинетобактерії контамінували вогнепальну рану з частотою 45%, то під час повномасштабного вторгнення, частота виділення цих мікроорганізмів зросла до 63%. Збільшилася і питома вага бактерій роду *Klebsiella* у мікробному спектрі контамінантів з 9,4 до 30% [13, 15].

Перепорою на шляху лікування інфекцій, викликаних неферментуючими грамнегативними бактеріями, є глобальне зростання їх стійкості до карбапенемів, що пов'язано з поширенням штамів, що продукують різні карбапенемази. Аналіз фенотипового профілю та вивчення молекулярних механізмів антибіотикорезистентних бактерій, що виділені з інфікованих ран українських військових, виявив полірезистентність клінічних штамів *A. baumannii* та *K. pneumoniae* в 75% і 80% випадків, відповідно. Виявлена висока частота наявності у таких хворих бактерій, продукуючих бета-лактамазу [16].

Доля виділення полірезистентних клінічних штамів *Staphylococcus spp.* за останніми даними складає близько 35%. Мультилокусне типування послідовностей виявило подібність між ізолятами виділеними в

географічно віддалених лікарнях. Це дозволяє передбачити розповсюдження резистентних клінічних штамів у великій кількості лікарень [17].

Метою роботи було визначення спектру мікрофлори виділень за три роки (2021-2023 рр.) у хворих ортопедо-травматологічного профілю через зміни у виникненні сучасних травм, отриманих в умовах військової агресії; запропонувати виявлені відмінності в якості критеріїв призначення антибактеріальних препаратів при комплексному стаціонарному лікуванні.

Отримані дані результатів лабораторних досліджень дозволяють оцінити масштабність змін та вагомість діагностичної мікробіологічної діагностики для введення уточнень у протоколи лікування хворих з інфекційними ускладненнями в сучасний період. Згідно отриманих результатів проводити планування потреб відповідних антибактеріальних препаратів в стаціонарах з персоналізацією їх призначення для підвищення ефективності лікування та зниження ризику розвитку антимікробної резистентності [12, 18].

Матеріали і методи

Дослідження виконане в рамках існуючого в лабораторії мікробіології та хіміотерапії моніторингу мікроорганізмів виділених у хворих, що проходять лікування в стаціонарних відділеннях.

За 2021-2023 роки в ДУ «ІТО НАМНУ» було прооперовано первинно 27132 хворих. Мікробіологічні дослідження виконувались у пацієнтів, що мали вірогідність розвитку інфекційного процесу післяопераційно (за даними хірургів під час нагляду в стаціонарі). Відповідно проведено аналіз мікрофлори виділень з області оперативного втручання (ІОХВ) у 2589 хворих. Для стандартизації характеристик клінічних штамів мікроорганізмів додатково застосовувалась міжнародна програма WHONET.

Чутливість вище зазначених ізолятів до антибіотиків визначали за допомогою диско-дифузійного методу з використанням стандартних дисків та за використанням мікробіологічного аналізатора Vitek-2. При оцінці профілів резистентності керувалися стандартом EUCAST (версія 13.0 – 14.0).

Результати досліджень

Проведений аналіз мікрофлори виділень з області оперативного втручання (ІОХВ) у 2589 хворих з ортопедо-травматологічною патологією,

госпіталізованих в ДУ «ІТО НАМН України» у 2021 – 2023 роках у випадках виявлення клініцистами місцевих ознак запалення, що склало 9,5 % усіх первинно прооперованих за означений період.

В роботі визначено частоту виділення мікроорганізмів та розподіл їх з урахуванням чутливості до антибактеріальних препаратів.

Загалом доля позитивних мікробіологічних результатів у зазначених хворих в середньому за три роки спостереження склала 39,1 % (998 досліджень з 2589) із максимальною різницею за роками в 11,6 % (від 43,6 % у 2021 році до 36,6 % у 2023 році) (рис. 1).

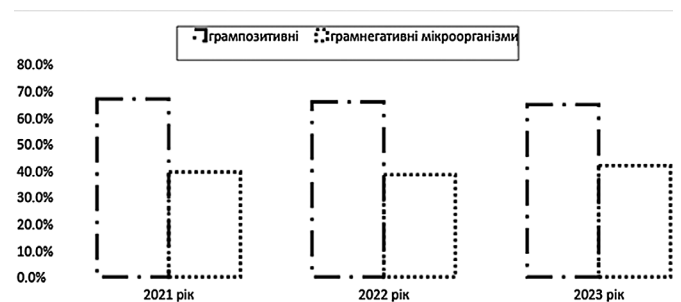


Рис. 1. Частота виділення грам-позитивних та грам-негативних мікроорганізмів з області оперативного втручання (ІОХВ) від хворих з ортопедо-травматологічною патологією за роками (2021-2023).

Мікрофлора виділень була представлена грам-позитивними (в середньому у 66%) та грам-негативними (в середньому у 40%) мікроорганізмами. Співвідношення цих груп за час спостереження майже не змінювалось і складало: 1,70; 1,71 та 1,55, відповідно за роками. В 6 % випадків (23 дослідження) в ранових виділеннях виявлено мікроорганізми у вигляді асоціацій.

З метою визначення особливостей інфекційних ускладнень, що виникали у хворих в травматолого-ортопедичному стаціонарі, проведено ретельний аналіз виділеної мікрофлори. Частоту ідентифікації різних видів мікроорганізмів серед грам-позитивних і грам-негативних мікроорганізмів з області оперативного втручання у хворих хірургічного профілю наведено в рис. 2. та рис. 4.

Щодо грам-позитивних мікроорганізмів, то у виділеннях хворих, частка стафілококів була, як і в інші роки найбільшою (середній показник – 82 %). Переважна частина клінічних штамів представлена *Staphylococcus aureus* – з тенденцією до збільшення в 2023 році (від 56,4 % у 2021 р. до 95 % у 2023 р.). Кількість штамів *Staphylococcus epidermidis* зменшувалась (від 41,6 % у 2021 р. до 5 % у 2023 р.) і становила в середньому за три роки – 17,3 %. Штами *Staphylococcus haemolyticus*

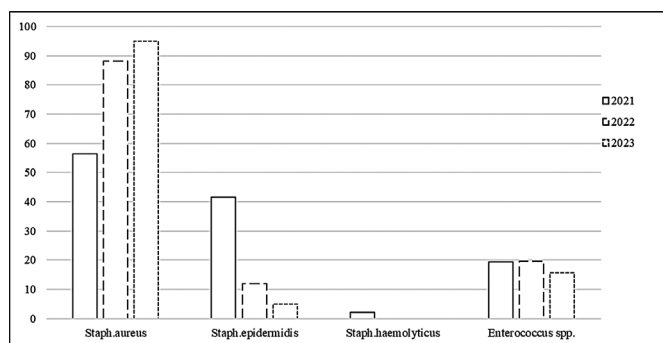


Рис. 2. Спектр грампозитивних клінічних штамів, виділених з області оперативного втручання у хворих ортопедо-травматологічного профілю (ДУ «ІТО НАМНУ») за 2021 – 2023 роки

ідентифіковано лише у 2021 році у 2 % випадків і в середньому за три роки було незначним – 0,6 %.

Для порівняння – кількість висіяних стафілококів у персоналу всіх відділень за ці ж роки при проведенні профілактичних досліджень на носійство *Staphylococcus aureus* (проводиться згідно Наказу МОЗ України № 1614) була невеликою і складала в середньому 8,2 %. При порівнянні цих показників простежується ефективна планова робота інфекційного контролю в данному стаціонарі.

Кількість клінічних штамів *Enterococcus spp.*, виділених з області оперативного втручання у хворих хірургічного профілю становила в середньому за три роки – 17,9 % з незначним зменшенням частоти у 2023 році (до 15,6 % проти 19,5 та 19,6 % у 2021 та 2022 рр.). Причому частіше ідентифікували *Enterococcus faecalis* (в середньому у 90,7 % випадків), ніж *Enterococcus faecium* (в середньому у 9,3 % випадків).

Розподіл частоти грамнегативних мікроорганізмів за видами за 3 роки спостереження відображена в рис. 3. Як виявилось, у виділеннях з області оперативного втручання у хворих хірургічного профілю превалювали мікроорганізми виду *P. aeruginosa* – в середньому за три роки у 25,7 % випадків та *Kl. pneumoniae* – у 26,2 % випадків. З меншою та майже з однаковою кількістю (від 8,2 % до 10,2 % в середньому) було виділено мікроорганізми видів *E. coli*, *Enterobacter spp.*, *Acinetobacter spp.*

Таким чином, суттєві зміни щодо частоти виділення грамнегативних мікроорганізмів за кожний з років спостереження стосувався саме мікроорганізмів виду *Kl. pneumoniae*. Збільшення їх долі у рановому матеріалі більше ніж в 2 рази визначає на практиці загальну зміну спрямованості дій в призначенні антибактеріальної терапії для елімінації превалюючого на даний час збудника.

З метою формування оптимального набору необхідних антибактеріальних препаратів для стаціонарних відділень з урахуванням спектру мі-

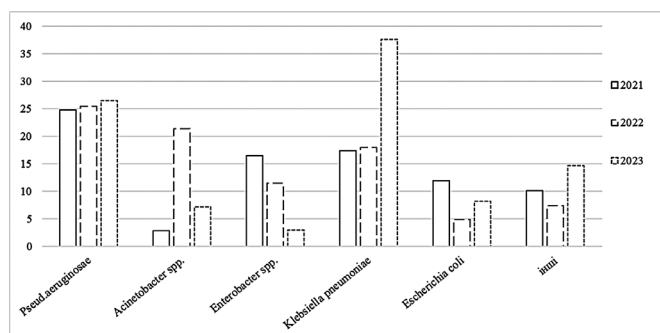


Рис. 3. Спектр грамнегативних клінічних штамів, виділених з області оперативного втручання від хворих ортопедо-травматологічного профілю (ДУ ІТО НАМНУ) за 2021 – 2023 роки

крофлори при виникненні ранових інфекційних ускладнень та всесвітньою проблемою поширення резистентності у мікроорганізмів, нами проведений ретроспективний аналіз чутливості/резистентності виділених клінічних штамів.

Розподіл мікроорганізмів за ознакою чутливості/резистентності до відповідних антибіотиків під час перебування хворих ортопедо-травматологічного профілю в стаціонарі ДУ «ІТО НАМНУ» за три роки (2021-2023 рр.) наведено на рис 4.

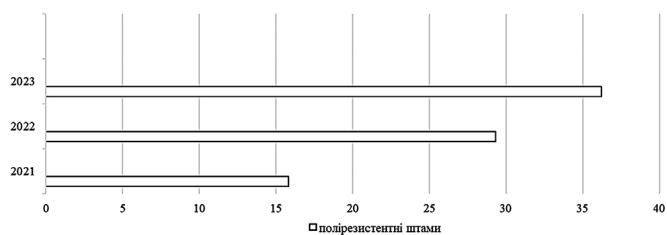


Рис. 4. Частота виділення полірезистентних грампозитивних та грамнегативних мікроорганізмів за роками у хворих ортопедо-травматологічного профілю (2021-2023).

Як свідчать отримані дані, доля полірезистентних мікроорганізмів, виділених від хворих нашого закладу зростає з 15,8 % у 2021 р. до 36,2 % у 2023 р. – тобто на 20,4 %, що має негативну тенденцію співставну зі світовою.

Особливістю мікробіологічного профілю сучасного травматолого-ортопедичного стаціонару за результатами мікробіологічних досліджень є те, що кількість полірезистентних клінічних штамів з роками змінювалась: збільшувалась доля грамнегативних бактерій – майже на 19,6 % (з 52,4 % до 72,0 %), зменшувалась грампозитивних на – 19,6 % (з 47,6 % до 28,0 %) (рис. 6).

Детальний аналіз спектру виділених стафілококів виявив, що кількість клінічних штамів *S. aureus* з роками зростає за рахунок збільшення MRSA штамів (рис. 6).

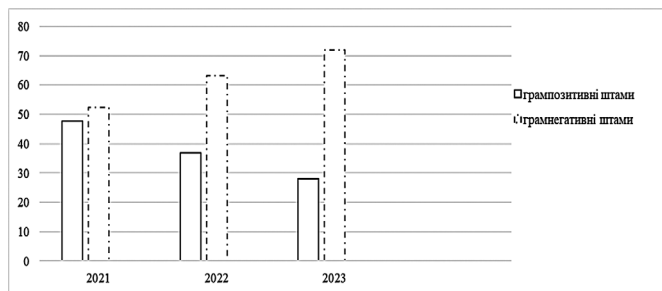


Рис. 5. Кількість грамполозитивних та грамнегативних полірезистентних клінічних штамів, виділених у хворих ортопедо-травматологічного профілю (ДУ «ІТО НАМНУ») за 2021 – 2023 роки.

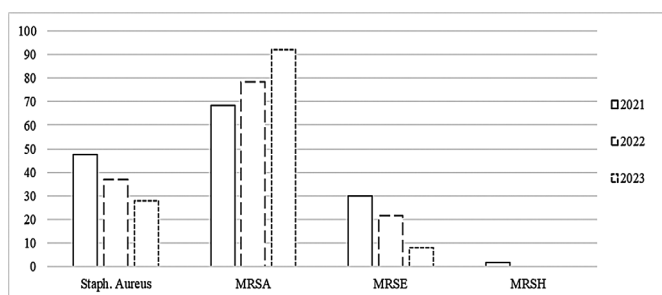


Рис. 6. Спектр полірезистентних грамполозитивних клінічних штамів, виділених у хворих ортопедо-травматологічного профілю (ДУ «ІТО НАМНУ») за 2021 – 2023 роки.

Даний показник слід враховувати на практиці при призначенні відповідної антибіотикотерапії тому, що визначена особливість вказує на наявність особливого генетичного складу виділеного клінічного штаму. Саме в такій формі *S. aureus* буде чутливим тільки до ванкоміцину, тейкопланіну і лінезоліду та нечутливий до всіх інших протистафілококових антибактеріальних препаратів.

Значні зміни відбулись у чутливості до антибіотиків клінічних штамів виділених грамнегативних мікроорганізмів (рис. 7).

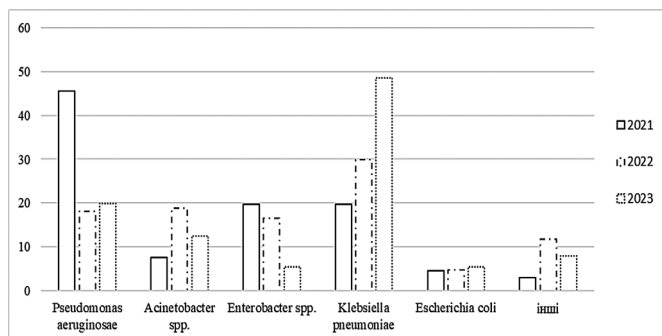


Рис. 7. Спектр полірезистентних грамнегативних клінічних штамів, виділених у хворих ортопедо-травматологічного профілю (ДУ «ІТО НАМНУ») за 2021 – 2023 роки.

Полірезистентними клінічними штамми, виділеними у хворих хірургічного профілю в нашому стаціонарі вперше виявились бактерії роду *Kl. pneumoniae* (рис. 8), причому кількість резистентних штамів зросла на 28,7 % за три роки. Така властивість клінічних штамів клебсієл визначена на тлі збільшення в 2,2 рази їх загального висівання з досліджуваного патологічного матеріалу за роки спостереження.

Кількість виявлення клінічних штамів *P. aeruginosa* - стандартного загально визнаного маркера інфекційного ускладнення майже не змінилась, а частка їх полірезистентних клінічних штамів знизилась у 2,3 рази.

Щодо інших грамнегативних мікроорганізмів, виділених у зазначених хворих – перехід їх до полірезистентних форм не простежується.

Висновки

Проведений мікробіологічний аналіз випадків виявлення клініцистами місцевих ознак запалення від усіх первинно прооперованих хворих ортопедо-травматологічного профілю виявлений в середньому за три останні роки (2021-2023 рр.) становить 9,5 % випадків.

Виявлені зміни у спектрі мікрофлори ранових виділень, пов'язаних з наданням медичної допомоги хворим ортопедо-травматологічного профілю, на практиці дають можливість динамічно визначати потребу у відповідних антибактеріальних препаратах стаціонарним хворим з формуванням планових потреб на сучасному етапі.

Так, збільшення кількості метицилінрезистентних стафілококів в 1,3 рази вимагає підвищеної потреби в таких антибіотиках як ванкоміцин, тейкопланін, лінезолід, замість інших протистафілококових препаратів, спрямованих на метицилінчутливі форми.

Щодо грамнегативних мікроорганізмів, то їх кількісні та якісні зміни за три роки спостереження визначились, головним чином, збільшенням в 2,5 рази частки полірезистентних клінічних штамів *Kl.pneumoniae*.

Отримані дані результатів лабораторних досліджень дозволяють оцінити вагомість мікробіологічної діагностики для введення змін у протоколи лікування хворих з інфекційними ускладненнями в сучасний період; спланувати потреби в окремих антибактеріальних препаратах в стаціонарах з персоналізацією їх призначення для підвищення ефективності лікування та зниження ризику розвитку антимікробної резистентності.

References:

- Ikuta KS, Swetschinski LR, Aguilar GR, Sharara F, Mestrovic T, Gray AP, et al. Global mortality associated with 33 bacterial pathogens in 2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019 GBD 2019. *Antimicrobial Resistance Collaborators Department of Preventive Medicine and Public Health Department of Pediatrics Original. Lancet.* 2022 Dec 17;400(10369):2221-48. DOI: 10.1016/S0140-6736(22)02185-7.
- Abdul-Aziz MH, Alffenaar J-WC, Bassetti M, Bracht H, Dimopoulos G, Marriott D, et al. Antimicrobial therapeutic drug monitoring in critically ill adult patients: a Position Paper. *Int. Care Med.* 2020;46(6):1127-53. DOI: 10.1007/s00134-020-06050-1
- Фомін ОО, Ковальчук ВП, Фоміна НС, Жемба МД, Доброванов О, Кралинський К. Лікування гнійно-запальних ускладнень при бойовій вогнищевій травмі. Сучасні медичні технології. 2019;2(41):34-39. Fomin OO, Kovalchuk VP, Fomina NS, Zhemba MD, Dobrovantov O, Kralynskiy K. Treatment of purulent-inflammatory complications in focal combat trauma. *Suchasni medychni tekhnologii.* 2019;2(41):34-39. [in Ukrainian].
- Kuechl R, Tschudin-Sutter S, Morgenstern M, Dangel M, Egli A, Nowakowski A, et al. Time-dependent differences in management and microbiology of orthopaedic internal fixation associated infections: an observational prospective study with 229 patients. *Clin Microbiol Infect.* 2019 Jan;25(1):76-81. DOI: 10.1016/j.cmi.2018.03.040.
- Лютко О.Б., Вітрак К.В., Митякіна І.Ю. Сучасні підходи до антибіотикотерапії в травматології та ортопедії. Актуальна інфектологія 2021;9(4):75. Liutko O.B., Vitrak K.V., Mytiakina I.Yu. Modern approaches to antibiotic therapy in traumatology and orthopedics. *Aktualna infektologiya* 2021;9(4):75 [in Ukrainian].
- «Про організацію профілактики інфекцій та інфекційного контролю в закладах охорони здоров'я та установах/закладах надання соціальних послуг захисту населення». Наказ МОЗ України; 03.08.2021. № 1614 "On the organization of infection prevention and infection control in health care institutions and institutions/institutions providing social services for the protection of the population". Order of the Ministry of Health of Ukraine; August 3, 2021. No. 1614 [in Ukrainian].
- Стандарт медичної допомоги «Раціональне застосування антибактеріальних і антифунгальних препаратів з лікувальною та профілактичною метою». Наказ МОЗ України; 23.08.2023. № 1513. Standard of medical care "Rational use of antibacterial and antifungal drugs for therapeutic and preventive purposes". Order of the Ministry of Health of Ukraine; August 23, 2023. No. 1513. [in Ukrainian].
- Tabah A, Bassetti M, Kollef MH, Zahar J-R, Paiva J-A, Timsit J-F, et al. Antimicrobial de-escalation in critically ill patients: a position statement from a task force of the European Society of Intensive Care Medicine (ESICM) and European Society of Clinical Microbiology and Infectious Diseases (ESCMID) Critically Ill Patients Study Group (ESGCIIP). *Intensive Care Med.* 2020 Feb;46(2):245-65. DOI: 10.1007/s00134-019-05866-w
- Umpleby H, Dushianthan A, Catton T, Saeed K. Antimicrobial stewardship programmes focused on de-escalation: a narrative review of efficacy and risks. *J Emerg Crit Care Med [Internet].* July 2022;6:23. Available from: <https://jcccm.amegroups.org/article/view/7515/html> DOI: 10.21037/jcccm-22-6
- Sixty-eighth World Health Assembly. Global action plan on antimicrobial resistance. WHO. 2015;WHA68.7:28. Available from: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241509763>.
- Loban' G, Faustova M, Dobrovolska O, Tkachenko P. War in Ukraine: incursion of antimicrobial resistance. *Ir J Med Sci.* 2023;192(6):2905-07. DOI: 10.1007/s11845-023-03401-x.
- Фоміна НС, Фомін ОО, Ковальчук ВП, Асланян СА. Мікрофлора сучасної бойової рани та її чутливість до антибіотиків — що нового? Частина II. Український медичний часопис. 2023;5(157):121-4. DOI: 10.32471/umj.1680-3051.157.247288 Fomina NS, Fomin OO, Kovalchuk VP, Aslanyan SA. The microflora of a modern combat wound and its sensitivity to antibiotics - what's new? Part II. *Ukrainian medical journal.* 2023;5(157):121-4 [in Ukrainian].
- Ковальчук ВП, Кондратюк ВМ. Динаміка видового складу мікрофлори бойових (вогнепальних та міно-вибухових) ран кінцівок, одержаних під час антитерористичної операції на сході України у 2014 році. *Хірургія України.* 2016;2:13-18. Kovalchuk VP, Kondratiuk VM. Dynamics of the species composition of the microflora of combat (fire and mine-explosive) wounds of the limbs, received during the anti-terrorist operation in the east of Ukraine in 2014. *Surgery of Ukraine.* 2016;2:13-18. [in Ukrainian].
- Хоменко ІП, Цема ЄВ, Шаповалов ВЮ, Тертишний СВ, Шкляревич ПО. Динаміка мікробної контамінації вогнепальної рани під час комплексного хірургічного лікування. *Хірургія України.* 2018;1:7-13. Khomenko IP, Tsema EV, Shapovalov VYu, Tertyshnyi SV, Shklyarevych PO. Dynamics of microbial contamination of a gunshot wound during complex surgical treatment. *Surgery of Ukraine.* 2018;1:7-13 [in Ukrainian].
- Kovalchuk V, Kondratiuk V. Bacterial flora of combat wounds from eastern Ukraine and time-specified changes of bacterial recovery during treatment in Ukrainian military hospital [Internet]. *BMC Research Notes.* 2017;10:152 DOI:10.1186/s13104-017-2481-4.
- Denysko TV, Nazarchuk OA, Gruzevskiy O, Bahniuk NA, Dmytriiiv DV, Chornopyschuk RM, et al. In vitro evaluation of the antimicrobial activity of antiseptics against clinical *Acinetobacter baumannii* strains isolated from combat wounds [Internet]. *Front Microbiol.* 2022 Oct 4;13:932467. DOI: 10.3389/fmicb.2022.932467.
- Kondratiuk V, Jones BT, Kovalchuk V, Kovalenko I, Ganiuk V, Kondratiuk O, et al. Phenotypic and genotypic characterization of antibiotic resistance in military hospital-associated bacteria from war injuries in the Eastern Ukraine conflict between 2014 and 2020. *J Hosp Infect.* 2021;112:69-76. DOI: 10.1016/j.jhin.2021.03.020.
- Хайтович М.В., Темірова О.А., Полякова Д.С. Індивідуалізація антимікробної терапії з метою мінімізації розвитку резистентності. *Укр. Мед. Часопис.* 2023;3(155):5-7. DOI:10.32471/umj.1680-3051.155.244011 Khaitovych M.V., Temirova O.A., Poliakova D.S. Individualization of antimicrobial therapy with the aim of minimizing the development of resistance. *Ukr. Med. Chasopys.* 2023;3(155):5-7. DOI:10.32471/umj.1680-3051.155.244011

Microflora of Secretions in a Surgical Hospital of Orthopedics and Traumatology Profile for 2021-2023 (SI «ITO NAMS of Ukraine»)

Liutko O.B.¹, Vitrak K.V.¹, Didenko S.V.¹, Melnyk K.O.¹

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

Summary. Healthcare-associated infections (HAIs), namely, surgical site infections, early postoperative and subsequent in-hospital infections, are the most common undesirable phenomenon in the world. According to statistics, at least one case of HAIs is diagnosed in every 100 hospitalized patients in hospitals of 7 developed and 15 other countries of the world at any given time. The occurrence of such complications during the treatment of a patient in a hospital leads to the need of additional diagnostic tests, additional courses of antibiotics, and unplanned surgical intervention. Worsening of the prognosis of treatment may occur due to the formation of the so-called resistant microflora in such patients, with a real probability of spreading the infection in the hospital. Prevention of HAIs in practice occurs through planned infection control in operating rooms and procedure rooms in clinical departments and qualified timely diagnostic work of certified microbiological laboratories in hospitals. **Objective.** The objective of the study was to determine the spectrum of microflora of secretions for three years (2021-2023) in orthopedic and trauma patients due to changes in modern injuries received more often because of military aggression and to propose the identified differences as criteria for prescribing antibacterial drugs in complex inpatient treatment. The work shows that over the past three years (2021-2023), the ratio of gram-positive and gram-negative microorganisms in the study material almost did not change and averaged 1.65. The peculiarity of the analyzed period was an increase in the number of methicillin-resistant staphylococci by 1.3 times. The spectrum of gram-negative clinical strains has changed, namely, the number of *Kl.pneumoniae* clinical strains with a high level of polyresistance has increased by 2.5 times. The obtained data made it possible to identify the spectrum of microflora of secretions in orthopedic and trauma patients with modern infectious complications, which prompts us to make changes in the standards of antibacterial treatment protocols, and to plan the needs for certain antibiotics in hospitals with personalization of their prescription to improve the effectiveness of treatment and reduce the risk of development of antimicrobial resistance.

Keywords: infectious complications; microflora of secretions; spectrum; polyresistance; orthopedic and trauma patients.

Інфекційні ускладнення після остеосинтезу довгих кісток нижніх кінцівок: клініко-нозологічні аспекти

Колов Г.Б.¹✉

Резюме. Кількість ускладнень при лікуванні переломів кісток, в тому числі інфекційних, залишається значною. Тому є необхідність проведення всіх заходів направлених на покращення результатів лікування цієї категорії хворих. Мета дослідження – визначення частоти виникнення та структури інфекційних ускладнень у пацієнтів з переломами довгих кісток нижніх кінцівок в залежності від локалізації та виду остеосинтезу. Матеріали і методи: для виконання даного дослідження проведений аналіз 140 випадків інфекційних ускладнень після остеосинтезу довгих кісток нижніх кінцівок. Результати. Результати інтегрального аналізу розподілу ретроспективного масиву дослідження за ознакою локалізації у стегновій кістці показали переважачу кількість пацієнтів з переломами стегна 32В – 29,0% пацієнтів загального масиву (перше рангове місце). Пацієнти з інфекцією після остеосинтезу пластиною також переважали, однак виявлялись з меншою частотою – у 21,2% випадків. Серед пацієнтів після БЮС з пошкодженням стегнової кістки 32В виявлялось у більш ніж половині випадків, що у 2,5 рази частіше ніж серед пацієнтів після МОС пластиною. При ураженні гомілки виявлені подібні результати.

Висновки: Результати проведеного аналізу свідчать, що у випадках інфекційних ускладнень після остеосинтезу кісток нижніх кінцівок, переважають випадки після не складних діафізарних переломів. Це свідчить про значний вплив на розвиток нагноєння причин, пов'язаних зі станом організму хворого та безпосередньо з самим втручанням.

Ключові слова: інфекційні ускладнення, остеосинтез, остеомієліт, пацієнти, нижня кінцівка

Вступ

Інфекційні ускладнення є найбільшою проблемою імплантології. Нагноєння часто зводить нанівець результати втручання та призводить до розвитку загрозливих для життя хворого станів [9].

Інтенсивне застосування імплантатів в травматології та ортопедії в другій половині ХХ століття, поряд з очевидними перевагами в тактиці хірургічного лікування і подальшого поліпшення якості життя пацієнтів, сприяло й виникненню інфікування. Це обумовлено не тільки зростанням частоти випадків важкої механічної травми, але й ятрогенним дефектами лікування, зміною спектру мікроорганізмів, здатних викликати нагноєння, а також порушенням діяльності імунної системи організму [2]. Залежно від ступеня тяжкості ушкоджень кінцівок і часу надання допомоги

після травматичного впливу, виникнення гнійних ускладнень відзначається в 5,3 – 75,4 % випадків. Досить часто це закінчується розвитком остеомієліту – від 3 до 24% після відкритих переломів та до 8% – після оперативного лікування закритих переломів із застосуванням імплантів [12]. Рецидиви остеомієліту, які становлять 20 – 30%, призводять до високої частоти вторинних ампутацій та функціональної неповноцінності кінцівки в 10,3 – 57%. Більше 70% хворих на остеомієліт на тривалий час втрачають працездатність, підлягають оперативному втручанням 5-10 і більше разів, з них майже 90% згодом стають інвалідами. Загальні витрати на лікування хворого з остеомієлітом довгих кісток можуть сягати 500 000 євро [1].

Удосконалення, розробка та впровадження нових матеріалів, менш травматичних технологій, не призвели до зниження кількості післяопераційних ускладнень в цілому. У зв'язку з розширенням показань до остеосинтезу із застосуванням металоконструкцій при оперативному лікуванні закритих переломів довгих кісток нижніх кінцівок,

✉ Колов Г.Б.,, gennadiiokolov@gmail.com

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

збільшується кількість гнійних ускладнень. Частота виникнення післяопераційного остеомієліту при переломах нижніх кінцівок, за даними різних авторів, коливається від 2 до 22,4% [2,4,6]. Аналізуючи численні роботи, присвячених виникненню інфекційних ускладнень після остеосинтезу переломів довгих кісток, залишається ще багато не вирішених питань, що спонукало нас до виконання даної роботи.

Мета дослідження полягає у визначенні частоти виникнення та структури інфекційних ускладнень у пацієнтів з переломами довгих кісток нижніх кінцівок в залежності від локалізації та виду остеосинтезу.

Матеріали і методи

Для виконання нашого дослідження методом сліпої рандомізації було відібрано групу хворих та проведено аналіз 140 випадків інфекційних ускладнень після остеосинтезу довгих кісток нижніх кінцівок. Ця група знаходилась на лікуванні у відділі кістково-гнійної хірургії ДУ «Інститут травматології та ортопедії НАМН України» у період з 2013 по 2017 роки. Пацієнти відповідали наступним певним критеріям включення у дослідження. Вік пацієнта більше 18 років;

1. Наявність інфекційного ускладнення після металоостеосинтезу кісток нижніх кінцівок, яке відповідало інфекції області хірургічного втручання (ІОХВ), що було визначено згідно з даними Національної системи спостереження за нозокоміальними інфекціями Центрів по контролю і профілактиці захворювань США, або з гнійно-некротичним вогнищем у кістках;

2. Термін лікування з січня 2013 по грудень 2017 року;

3. Відсутність декомпенсованої соматичної патології;

Пацієнти масиву дослідження були розподілені на дві групи. До першої групи було включено 101 випадок інфекційних ускладнень після остеосинтезу пластиною переломів довгих кісток нижніх кінцівок. Відносне значення абсолютного показника становило 72,1% загального масиву. Вік пацієнтів коливався від 18 до 78 років і в середньому становив $41,8 \pm 6,8$ років. До другої групи було включено 39 випадки інфекційних ускладнень після остеосинтезу довгих кісток нижніх кінцівок БЮС. Відносне значення абсолютного показника становило 27,9% загального масиву. Вік хворих коливався від 18 до 69 років і в середньому становив $38,7 \pm 6,2$ років.

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

Результати. Для більш точної клініко-нозологічної характеристики інфекційних ускладнень після остеосинтезу переломів довгих кісток нижніх кінцівок нами було використано міжнародну міждисциплінарну класифікацію АО/ASIF, що широко використовується у сучасній травматології та ортопедії.

Розподіл інфекційних ускладнень, що локалізувались у стегновій кістці наведено у таблиці 1.

Інтегральний аналіз розподілу ретроспективного масиву дослідження за ознакою локалізації у стегновій кістці виявив, що найчастіше інфекційний процес локалізується у пацієнтів з переломами 32В. Це пошкодження стегна спостерігалось

Таблиця 1

Інтегральний аналіз розподілу ретроспективного масиву дослідження за ознакою локалізації у стегновій кістці

Тип перелому за АО/ASIF	1 група			2 група			Загальний масив		
	абс.	%	Ri	абс.	%	Ri	абс.	%	Ri
31A	3	5,8	7	-	-	-	3	4,3	5
31B	7	13,5	4	3	17,6	3	10	14,5	2
31C	10	19,2	2	-	-	-	10	14,5	2
32A	4	7,8	6	4	23,5	2	8	11,6	3
32B	11	21,2	1	9	52,9	1	20	29,0	1
32C	2	3,8	8	1	5,9	4	3	4,3	5
33A	5	9,6	5	-	-	-	5	7,2	4
33B	8	15,4	3	-	-	-	8	11,6	3
33C	2	3,8	8	-	-	-	2	2,9	6
Загалом	52	100,0	-	17	100,0	-	69	100,0	-

у 29,0% пацієнтів загального масиву, де займало перше рангове місце. У першій групі такі пацієнти також займали перші позиції, однак виявлялись більш рідко – у 21,2% пацієнтів. Серед пацієнтів другої групи пошкодження стегнової кістки 12В виявлялось у більш ніж половині випадків, що у 2,5 рази частіше ніж серед пацієнтів першої групи. Друге рангове місце у загальному масиві займали пацієнти з переломами стегна 31С. Таке пошкодження було виявлено у 14,5% пацієнтів загального масиву. У першій групі пацієнти з пошкодженням 31С виявлялись у 19,2% і також були на другому ранговому місці, а серед пацієнтів другої групи такий перелом стегна виявлений не був. Також друге рангове місце у загальному масиві займали пацієнти з переломами 31В, які, як і пацієнти з переломами 31С, зустрічались у 14,5% випадків. У групах спостереження була виявлена значна різниця – якщо у першій групі таких пацієнтів було 13,5% і вони займали четверте рангове місце, то у другій групі їх було 17,6% і тут вони знаходились на третьому ранговому місці.

Третє рангове місце у загальному масиві займали пацієнти з простими переломами локалізованими у середній третині стегна, тобто переломи 32А. Пацієнти з такими переломами спостерігались у 11,6% випадків. У першій групі це пошкодження зустрічалось у 7,8% і у ранговому розподілі займало шосте рангове місце. На відміну від першої групи, у другій групі такі пацієнти зустрічались у три рази частіше, що і розмістило їх на другому ранговому місці в групі. Також третє рангове місце у загальному масиві займали пацієнти з пошкодженнями 33В. У цій когорті виявлена різниця у розподілі в групах спостереження: якщо у першій групі пацієнти з таким пошкодженням були виявлені у 9,6% випадків, то в другій групі вони не були виявлені. Прості переломи дистального відділу стегна 33А займали четверте рангове місце і були виявлені у 7,2% пацієнтів загального масиву. У першій групі такі пацієнти виявлялись у 9,6% випадків і займали п'яте рангове місце, а у другій групі подібні ушкодження виявлені не були.

П'яте рангове місце у загальному масиві займали пацієнти з багатоуламковими переломами діафізарного відділу стегна, що класифікуються як 32С за класифікацією АО/ASIF. Серед пацієнтів першої групи це пошкодження зустрічалось у 3,8% випадків і займало восьме рангове місце. У другій групі пошкодження 32С зустрічалось більш ніж у 1,5 рази частіше, що і розмістило його на четверте рангове місце. Також, п'яте рангове місце у загальному масиві займали пацієнти з простими переломами проксимального відділу стегна – пошкодження 31А. Варто зауважити, що структура

розподілу даного ушкодження в групах спостереження була різною. Так, якщо у першій групі ця травма зустрічалась у 5,8% і займала сьоме рангове місце у розподілі, то у другій групі пацієнтів з таким типом переломів виявлено не було.

Найбільш рідко у загальному масиві зустрічались пацієнти з переломами стегна 33С, що спостерігалось у 2,9% випадків. У першій групі подібні пацієнти були виявлені у 3,8% випадків і займали восьме останнє рангове місце. Серед пацієнтів другої групи подібні пошкодження виявлені не були.

Для визначення вірогідності виявлених показників нами було проведено поліхоричний аналіз за методикою Пірсона. Показник взаємного сполучення ϕ^2 0,9004, поліхоричний показник зв'язку C 0,6883, критерій вірогідності Пірсона χ^2 62,1276. Наведені показники свідчать, що між ознакою локалізації перелому стегнової кістки і виникненням інфекційного процесу у пацієнтів після остеосинтезу довгих кісток існує прямий, позитивний сильний зв'язок, а представлені положення знаходяться у межах поля вірогідності ($\chi^2 62,1276 \geq \chi^2_{st} 15,507$), ($p < 0,05$).

Розподіл інфекційних ускладнень, що локалізувались у великогомілкової кістці, наведено у таблиці 2.

Серед загального масиву інфекційні ускладнення з боку великогомілкової кістки були зареєстровані у 71 пацієнта, що становило 34,3% відносного значення абсолютного показника. Найчастіше у загальному масиві визначались пацієнти з переломами 42В, що було виявлено у 25,4% випадків. Структура цього пошкодження у групах спостереження відрізнялась: якщо у першій було 22,4% пацієнтів, то у другій - 31,8%, однак у ранговому розподілі вони займали перше місце в обох групах. Друге рангове місце у загальному масиві було за пацієнтами з простими переломами діафіза великогомілкової кістки, тобто пошкодження 42А. Дана локалізація була виявлена у 16,9% пацієнтів загального масиву. У першій групі такі пацієнти зустрічались приблизно з такою ж частотою і також займали друге рангове місце. У другій групі кількість пацієнтів з локалізацією 42А була дещо меншою, що і поставило їх на третю сходинку у розподілі.

Третє рангове місце у загальному масиві займали пацієнти з переломами 42С. Дана локалізація спостерігалась у 12,7% пацієнтів загального масиву. У групах спостереження виявлявся дисбаланс у розподілі хворих з цією локалізацією перелому. Серед пацієнтів першої групи це пошкодження зустрічалось у 14,3% випадків, а у другій групі у більш ніж 1,5 рази рідше. В обох групах, незважаючи на

Інтегральний аналіз розподілу ретроспективного масиву дослідження за ознакою локалізації у великогомілковій кістці

Тип перелому за АО/ASIF	1 група			2 група			Загальний масив		
	абс.	%	Ri	абс.	%	Ri	абс.	%	Ri
41A	2	4,1	7	-	-	-	2	2,8	7
41B	1	2,0	8	3	13,6	3	4	5,6	6
41C	6	12,2	5	1	4,5	5	7	9,9	5
42A	9	18,4	2	3	13,6	3	12	16,9	2
42B	11	22,4	1	7	31,8	1	18	25,4	1
42C	7	14,3	4	2	9,1	4	9	12,7	3
43A	8	16,3	3	1	4,5	5	9	12,7	3
43B	3	6,1	6	5	22,7	2	8	11,3	4
43C	2	4,1	7	-	-	-	2	2,8	7
Загалом	49	100,0	-	22	100,0	-	71	100,0	-

дисбаланс, ранговий розподіл визначив для них четверте місце. Також, на третьому ранговому місці у загальному масиві були пацієнти з локалізацією перелому 43A. Як і пошкодження 42C, дана локалізація виявлялась у 12,7% пацієнтів загального масиву. Однак, розподіл у групах спостереження відрізнявся. Серед пацієнтів першої групи переломи 43A зустрічались у 16,3% випадків і займали третє рангове місце у групі. У другій групі подібні травми були виявлені у 4,5% випадків, що у три рази рідше. В результаті цього у ранговому розподілі вони займали п'яте місце.

Пацієнти з пошкодженнями 43B відповідали четвертому ранговому місцю у загальному масиві. Даний перелом виявлявся у 11,3% випадків загального масиву. Як і у попередніх випадках у групах спостереження відмічався значний дисбаланс розподілу пацієнтів з цим пошкодженням. Якщо в першій групі дане пошкодження зустрічалось у 6,1% і займало п'яте рангове місце, то у другій групі – 22,7% і займало друге рангове місце. Більш рідко у загальному масиві реєструвалось пошкодження 41C, що займало п'яте рангове місце в розподілі. В обох групах спостереження ця травма також була на п'ятій сходинці, однак серед пацієнтів першої групи вона зустрічалась у 12,2% випадків, а у другій групі – лише 4,5%, що майже в три рази менше.

Шосте рангове місце займали пацієнти з локалізацією перелому 41B, яких у загальному масиві було 5,6% випадків. У першій групі такі травми зустрічались лише у 2,0% випадків, що розмістило їх на останнє восьме рангове місце. В той же час у другій групі це пошкодження зустрічалось у 13,6% випадків, що у більш ніж у 6 разів частіше і займало третє рангове місце в групі. Останнє рангове місце у загальному масиві займали пацієнти з локалізацією переломів 41A і 43C, які були виявлені у 2,8% випадків. Розподіл у групах спостережен-

ня також був аналогічним: у першій групі ці пошкодження зустрічались у 4,1% випадків, а серед пацієнтів другої групи виявлені не були.

Для визначення вірогідності виявлених показників нами було проведено поліхоричний аналіз за методикою Пірсона. Показник взаємного сполучення ϕ^2 0,1884, поліхоричний показник зв'язку C 0,3981, критерій вірогідності Пірсона χ^2 13,3764. Вказані показники свідчать, що між ознакою локалізацією перелому у кістках гомілки і виникненням інфекційного процесу у пацієнтів після остеосинтезу довгих кісток існує прямий, позитивний сильний зв'язок, а представлені положення знаходяться поза меж поля вірогідності (χ^2 13,3764 \leq χ^2 st 15,507), ($p < 0,1$), що вказує на вплив інших факторів.

Обговорення

Незважаючи на удосконалення профілактичних заходів суттєвого зменшення кількості інфекційних ускладнень після остеосинтезу довгих кісток не спостерігається. Причинами цього є наступні чинники: більш складні і тривалі операції; зростання числа пацієнтів старшого віку з важкими хронічними супутніми захворюваннями та імунodefіцитними станами; операції з масивною імплантацией; впровадження в клініку нових інвазивних діагностичних та лікувальних втручань; зростання резистентності мікроорганізмів до антибіотиків [3]. Результати досліджень основних причин виникнення післяопераційного остеомієліту (1692 пацієнтів) засвідчили, що у 82 % вони виникли в результаті хірургічних помилок, а в 16 % – від недостатнього обстеження хворих [12]. Багато сучасної літератури присвячено визначенню факторів ризику, які сприяють

виникненню інфекції після оперативних втручань з імплантацією [7, 9]. Серед найбільш розповсюджених загальних факторів згадуються: похилий вік, ожиріння, цукровий діабет, кортикостероїдна терапія, паління, інфекційні процеси з локалізацією в інших органах, схильність до алергічних реакцій, порушення згортальної системи крові, запальні захворювання судин нижніх кінцівок, тривале перебування в стаціонарі, досвід хірурга, тривалий доопераційний ліжко-день, незадовільний санітарний стан лікувальної установи. Серед місцевих факторів, які збільшують ризик інфекції при остеосинтезі наводяться такі: тяжкість травми, нестабільний або некоректний остеосинтез, пошкодження судин та нервів, повторні оперативні втручання та інші.

На переконливу думку переважної кількості авторів існує пряма залежність між тяжкістю травми, її локалізацією та кількістю інфекційних ускладнень при остеосинтезі. Наприклад, множинні травми можуть збільшувати ризик виникнення інфекції на 3-27 %, а поєднані – до 75 %. При цьому зберігається чітка залежність від локалізації травми та ступеня ураження того чи іншого органу або системи [3, 4]. За даними деяких авторів поєднане ураження кісток гомілки та відкрита черепно-мозкова травма збільшує ризик виникнення інфекції навіть при відстроченому остеосинтезі в два рази.

На думку Doshi P., et al. (2017) збільшення частоти інфікування при остеосинтезі визначено також при скалкових переломах. Тому їх лікування потребує певних знань лікаря травматолога та інтраопераційної оцінки стану уламків для адекватної фіксації. Інші автори зауважують, що навіть при переломах типу C кількість інфікувань може бути невеликою, а все залежить від стану м'яких тканин та травматичності втручання [4].

Найбільша кількість публікацій з остеомієліту стосується великогомілкової кістки. Передумовами для цього, зазвичай, є не тільки менша кількість м'яких тканин, які є природнім буфером, але й особливості кровопостачання цього сегменту. Інфікування після втручань на гомілці, за даними асоціації остеосинтезу (АО), виникають від 1,7 до 87 % і є основними причинами ампутацій та інвалідності хворих після травми. Не зважаючи на високу актуальність цієї проблеми, в сучасній літературі недостатньо даних щодо впливу різних варіантів остеосинтезу в різних сегментах кістки на розвиток та перебіг інфікування [7].

Obremskey WT et al. (2020) вважають, що досить часто до розвитку остеомієліту (42,7 %) призводять технічні причини, пов'язані з виконанням самої операції. До них відносяться травматичність операції, нестабільний остеосинтез, непра-

вильний підбір металевих конструкцій, залишені сторонні тіла, недостатній гемостаз. Порушення асептики, наявність госпітальних штамів мікроорганізмів та носіїв інфекції, забрудненість повітря і предметів зовнішнього середовища, тривалість операції, на думку багатьох авторів, також є одними з найважливіших причин розвитку післяопераційної інфекції і можуть призводити до остеомієліту у 31,2 % хворих [11].

В літературі ми зустріли цікаві повідомлення про залежність частоти інфекційних ускладнень від тривалості знаходження в стаціонарі, гоління шкіри безпосередньо перед операцією (а не заздалегідь), наявності необхідного рентгенологічного обладнання та інструментарію, ретельної обробки рук хірургів, застосування мало травматичних методик, ретельної ізоляції операційного поля, обмеження чисельності розмов в операційній (доведено, що ризик інфекції при недотриманні цього зростає), зменшення до необхідного мінімуму присутніх осіб в операційній, своєчасної ізоляції хворих з інфекцією після операції [1, 6].

Більшість авторів [1, 4, 5] схиляються до думки, що в переважній кількості випадків причиною розвитку інфекційних ускладнень у пацієнтів з переломами нижніх кінцівок є не дренована післяопераційна гематома. За даними літератури частота виникнення гематом сягає 4,1 %. Через 12 – 18 годин після операції гематома перетворюється в поживне середовище для бактерій, а бактеріологічні дослідження показали, що до 20% залишкових післяопераційних гематом мають мікробне забруднення [12].

Нестабільність фіксації кісткових відламків посилює порушення кровопостачання кістки, що виникли в результаті травми і оперативного втручання, викликаючи додаткові циркуляторні розлади і виражені структурні зміни кістки. Це призводить не тільки до погіршення репаративних процесів в зоні перелому, але й тягне за собою зниження стійкості тканин оперованого сегмента до інфекції [8, 10].

Таким чином, роботи багатьох авторів, що присвячені проблемі інфекційних ускладнень після остеосинтезу довгих кісток нижніх кінцівок вказують на поліетіологічність цього процесу, серед яких одне з чільних місць займає локалізація перелому.

Висновки

1. За результатами аналізу в групах спостереження серед хворих з інфекційними ускладненнями після остеосинтезу пластинами (перша група)

стегнової кістки превалювали випадки з локалізацією перелому в проксимальному відділі – 38,5%, діафізі – 32,8% та дистальному відділі – 28,8%. Після БІОС (друга група) з переломами діафізарного відділу стегна – 82,3%, з переломами проксимального відділу – 17,7%, випадків з переломами дистального відділа стегна виявлено не було. В загальному масиві найчастіше виявлялись пошкодження діафізарного відділу, що було виявлено у 44,9% пацієнтів, у третини – проксимального відділу і у 21,7% – дистального відділу.

2. Серед пацієнтів з інфекційними ускладненнями після остеосинтезу великогомілкової кістки найчастіше виявлялись переломи діафізарного відділу, що було виявлено у 55,0% пацієнтів. Після остеосинтезу пластиною розподіл локалізації пошкоджень був наступним: переломи діафізу – 55,1%, переломи дистального відділу – 26,5%, проксимального відділу – 18,4%. Після БІОС превалювали пацієнти з переломами діафізарного відділу – 54,5% та з переломами дистального відділу – 27,2%.

3. Результати проведеного аналізу свідчать, що у випадках інфекційних ускладнень після остеосинтезу кісток нижніх кінцівок, превалюють випадки після не складних діафізарних переломів. Це свідчить про значний вплив на розвиток нагноення причин, пов'язаних зі станом організму хворого та безпосередньо з самим втручанням.

References

1. Baecker H, Frieler S, Schildhauer TA, Gessmann J, Hahnrichter Y. Fracture-related infections in traumatology : Current standards and new developments in diagnostics and treatment]. *Orthopade*. 2020 Aug;49(8):702-709. doi: 10.1007/s00132-020-03948-y.
2. Bezstarosti H, Van Lieshout EMM, Voskamp LW, Kortram K, Obremskey W, McNally MA, et al. Insights into treatment and outcome of fracture-related infection: a systematic literature review. *Arch Orthop Trauma Surg*. (2019) 139(1):61–72. <https://doi.org/10.1007/s00402-018-3048-0>

3. British Orthopaedic Association . Fracture Related Infections. British Orthopaedic Association Standards for Trauma & Orthopaedics; [(last access: 8 April 2021)]. 2019. available at: <https://www.boa.ac.uk/uploads/assets/dee7cba7-5919-4f26>
4. Doshi P, Gopalan H, Sprague S, et al. Incidence of infection following internal fixation of open and closed tibia fractures in India (INFINITI): a multi-centre observational cohort study. *BMC Musculoskelet Disord*. 2017;18:156–210
5. Jiang N, Wang BW, Chai YM, Wu XB, Tang PF, Zhang YZ, Yu B. Chinese expert consensus on diagnosis and treatment of infection after fracture fixation. *Injury*. 2019. Nov;50(11):1952-1958. doi: 10.1016/j.injury.2019.08.002.
6. Finelli CA, Dos Reis FB, Fernandes HA, et al. Intramedullary reaming modality for management of postoperative long bone infection: a prospective randomized controlled trial in 44 patients. *Patient Saf Surg*. 2019; 13: 39. doi: 10.1186/s13037-019-0215-3
7. He SY, Yu B, Jiang N. Current Concepts of Fracture-Related Infection. *Int J Clin Pract*. 2023 Apr 25;2023:4839701. doi: 10.1155/2023/4839701
8. Liu K, Zhang H, Maimaiti X, Yusufu A. Bifocal versus trifocal bone transport for the management of tibial bone defects caused by fracture-related infection: a meta-analysis. *J Orthop Surg Res*. 2023. 25;18(1):140. doi: 10.1186/s13018-023-03636-5.
9. Metsmakers WJ, Morgenstern M, Senneville E, Borens O, Govaert GAM, Onsea J, et al. General treatment principles for fracture-related infection: recommendations from an international expert group. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2020 Aug;140(8):1013-1027. doi: 10.1007/s00402-019-03287-4. Epub 2019 Oct 29. PMID: 31659475; PMCID: PMC7351827.
10. Müller SLC, Morgenstern M, Kuehl R, Muri T, Kalbermaten DF, Clauss M, Schaefer DJ, Sendi P, Osinga R. Soft-tissue reconstruction in lower-leg fracture-related infections: An orthoplastic outcome and risk factor analysis. *Injury*. 2021 Nov;52(11):3489-3497. doi: 10.1016/j.injury.2021.07.022. Epub 2021 Jul 16. PMID: 34304885.
11. Obremskey WT, Metsmakers WJ, Schlatterer DR, et al. Musculoskeletal infection in orthopaedic trauma: assessment of the 2018 international consensus meeting on musculoskeletal infection. *J Bone Joint Surg Am*. 2020;102:e44. DOI: 10.2106/JBJS.19.01070
12. Onsea J, Van Lieshout EMM, Zalavras C, Sliepen J, Depypere M. Validation of the diagnostic criteria of the consensus definition of fracture-related infection. *Injury*. 2022. Jun;53(6):1867-1879. doi: 10.1016/j.injury.2022.03.024.

Infectious Complications after Osteosynthesis of Long Bones of the Lower Limbs: Clinical and Nosological Aspects

Kolov H.B. ¹✉

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

Summary. *The number of complications in the treatment of bone fractures, including infectious ones, remains significant. Therefore, there is a need to carry out all measures aimed at improving the treatment results for this category of patients. Objective. The objective of our study was to determine the frequency and structure of infectious complications in patients after osteosynthesis of the long bones of the lower limbs depending on the location*

and type of osteosynthesis. *Material and Methods.* For our study, 140 cases of infectious complications after osteosynthesis of long bones of the lower limbs were analyzed. **Results.** An integral analysis of the distribution of the retrospective array of studies based on localization in the femur revealed that the infectious process is most often localized in patients with 32B hip fractures. This type of damage was observed in 29.0% of patients of the general array, where it took the first place. Infectious complications after plate osteosynthesis also prevailed, but were detected less often, in 21.2% of cases. Among the patients after blocking intramedullary osteosynthesis, 32B was detected in more than half of the cases, which is 2.5 times more often than among the patients with plate fixation. Similar results were found in patients with damage to the shin. *Conclusions.* The results of the analysis indicate that in cases of infectious complications after osteosynthesis of the bones of the lower extremities, damage to the diaphyseal part of the hip was detected most often. This indicates that the development of infectious complications was significantly influenced by the patient's condition and the intervention performed.

Key words: infectious complications; osteosynthesis; osteomyelitis; patients; lower extremity.

Ефективність оволодіння практичною навичкою на муляжі колінного суглоба оригінальної конструкції

Сулима В.С.¹✉, Омельчук В.П.¹, Кузь У.В.¹,
Омельчук І.В.³, Федоркевич С.В.¹, Менюк В.В.², Дубас В.І.¹

Резюме. Актуальність. Симуляційне навчання практичним навичкам лікарів-інтернів зі спеціальності Ортопедія і травматологія суттєво покращує рівень підготовки майбутніх лікарів та дозволяє уникнути можливих тактичних і технічних помилок в діагностиці та лікуванні пацієнтів. **Мета дослідження:** Розробити, виготовити, впровадити в навчальний процес та проаналізувати ефективність застосування муляжу колінного суглоба при відпрацюванні симуляційної навички – пункції. **Матеріали та методи.** Муляж колінного суглоба, виготовлений методом 3D-моделювання на програмному забезпеченні Fusion 360 за допомогою технології FDM-друку на принтері Teva Tarantula Pro та слайсері Cura з доданою вставною ємністю-резервуаром та можливістю її багаторазового заповнення імітаторами різних рідин. Реалістичність моделі досягли відтвореними м'якими тканинами. Муляж фіксовано на двох плоских опорах під стегновим та колінним сегментами з шарніром, що забезпечує можливість рухів в суглобі під різними кутами. Ефективність застосування муляжу колінного суглоба вивчили за участю 30 лікарів-інтернів поділених на дві групи: I – 15 осіб, які проводили тренування на муляжі з початку 2-го року навчання, II – 15 лікарів-інтернів, які проводили тренування з початку 1-го року навчання. Результати ефективності практично-орієнтованого навчання проаналізували за результатами OSCI, де навички виконували на муляжі. **Результати.** Середній бал складав $3,9 \pm 2,7$ і $4,8 \pm 2,8$ у I та II групі відповідно при максимально можливому результаті 5,5; що вказує на ефективність симуляційного навчання з допомогою виготовленого муляжу колінного суглоба. В дослідженні приймала участь невелика кількість учасників, тому достовірної різниці результатів навчання між групами порівняння не встановили ($p=0,09492$). **Висновки.** Застосування повторюваного симуляційного відпрацювання практичної навички на муляжі дозволяє ефективно проводити навчання, а також виявляти лікарів-інтернів, які недостатньо засвоїли техніку проведення маніпуляцій на колінному суглобі. Симуляційне навчання дозволяє уникнути потенційних помилок при виконанні маніпуляції, запобігти ускладнень в лікуванні пацієнтів з патологією колінного суглоба.

Ключові слова: колінний суглоб, 3D-моделювання, муляж, симуляційне навчання.

Вступ

Процес практично орієнтованого навчання лікарів-інтернів ортопедів-травматологів передбачає щоденне відпрацювання та зрештою, ово-

лодіння практичними навичками. Тільки така фахова підготовка з поєднанням деонтологічних та юридичних аспектів дозволяє впевнено виконувати навичку в процесі лікування. З цією метою більшість вишів впроваджують сучасні методи симуляційного навчання із застосуванням муляжів, симуляторів, навчальних пристроїв, стендів, відповідного інструментарію тощо. Таке практичне відтворення визначеної навички з неодноразовим повторюванням дозволяє зрозуміти, засвоїти і застосувати у потрібній клінічній ситуації [1].

✉ Сулима В.С., vadumsulyma1961@gmail.com

¹ Івано-Франківський національний медичний університет, м. Івано-Франківськ, Україна

² КНП Долинська багатопрофільна лікарня, Івано-Франківська область, м. Долина, Україна

³ КНП Обласна клінічна лікарня Івано-Франківської обласної ради, м. Івано-Франківськ, Україна

Складність полягає в розробці самих симуляційних засобів з високим ступенем відтворюваності засвоєної практичної навички при відповідному клінічному сценарії [2, 3, 4]. Звісно, в залежності від кінцевої мети, конструкції засобів можуть бути від досить простих і навіть дещо примітивних до складних і дороговартісних, залежно від навички [5, 6, 7]. Неможливість придбання відомих муляжів через їх надмірну вартість [8, 9], змусило нас вивчити власні можливості виготовлення аналогів виробництва Китаю, США та інших держав.

Використання програми просторового 3D-моделювання з наступним вибіркоким нанесенням розплавленого матеріалу (Fused Deposition Modeling) FDM-друком дозволило розробити та виготовити муляж колінного суглоба, який за антропометричними і морфологічними параметрами відповідає розмірам натуральної частини людського тіла. Муляж був створений для тренування навички Пункція колінного суглоба в процесі навчання, що дозволило проводити неодноразово її відтворення та підвищити ефективність діагностично-лікувального методу проведення маніпуляції.

Мета: розробити, виготовити, впровадити в навчальний процес та проаналізувати ефективність застосування муляжу колінного суглоба при відпрацюванні симуляційної навички – пункції.

Матеріали та методи

Складові частини муляжу колінного суглоба розробили за допомогою комп'ютерного 3D-моделювання при програмному забезпеченні Fusion 360, виготовили з пластику coPet та силікону з твердістю 20 та 30 ШОР на слайсері Cura і 3D принтері Teva Tarantula Pro. Усі матеріали муляжу підбирали за модулями пружності Юнга, які максимально були наближені до відповідної пружності тканин колінного суглоба.

Для визначення ефективності навчання і симуляційного засвоєння практичних навичок на муляжі колінного суглоба протестували 30 лікарів-інтернів ортопедів-травматологів, котрих розподілили на дві групи: I група – 15 лікарів-інтернів, які проводили тренування на муляжі з початку 2-го року навчання, II група – 15 лікарів-інтернів, які проводили тренування на муляжі з початку 1-го і на 2-ому році навчання, тобто вдвічі довше. Саме таке формування груп порівняння, з відсутністю групи контролю, де практичний навичок виконувався фактично шляхом обговорення, тобто на теоретично-імітаційному рівні, забезпечував оптимальну репрезентативність результатів

дослідження. Результати ефективності практично-орієнтованого навчання аналізували за допомогою результатів комплексного практично орієнтованого кваліфікаційного іспиту (КПОКІ), де симуляційна навичка виконувалась на муляжі колінного суглоба. Максимальна кількість балів, яку міг отримати екзаменований, складала 10. Чек-лист містив 10 пунктів – по 1 балу за кожний. Чек-лист симуляційної навички склали за вимогами робочої програми кафедри травматології, ортопедії і невідкладної військової хірургії (ТОІНВХ) Івано-Франківського національного медичного університету (ІФНМУ) з врахуванням можливостей та переліку методів діагностики і лікування, які використовують на базах стажування.

Оцінювання проводили за шкалою рекомендованою МОЗ України, де передбачено чотири рівня засвоєння [10]:

A – має знання, описує;

B – виконує, керує, демонструє під наглядом;

C – виконує, керує, демонструє самостійно;

D – вчить або контролює інших у виконанні, управлінні, демонстрації.

Числовий вираз рівнів засвоєння конвертували в нерівномірну шкалу п'ятибальної системи оцінки, де відповідно рівні складалі: A – 3, B – 4, C – 5, D – 5,5 балів. Окремо виділили можливість оцінити фактично відсутні знання та уміння виконання навички з оцінкою 2 бали – група A-. Конвертація наведена в таблиці 1.

Таблиця 1

Конвертація балів отриманих в чек-листі КПОКІ в шкалу Європейської кредитно трансферної-накопичувальної системи (ЄКТС) та в традиційну оцінку

Конвертація в ЄКТС	К-ть балів отриманих на КПОКІ	Конвертація в традиційну оцінку
A-	0-2	2
A	2,5-4	3
B	4,5-6	4
C	6,5-8	5
D	8,5-10	5,5

Порівнювали результати практично-орієнтованого іспиту КПОКІ в балах між I і II групами. Статистичну обробку та аналіз результатів проводили за допомогою програмного забезпечення MS Excel та надбудови XLSTAT. Тип розподілу провели за допомогою Shapiro-Wilk test та графічного методу за Колмогоровим – Смірновим. Оскільки групи порівняння не відповідали нормальному розподілу, для визначення достовірності даних вибрали методику непараметричної статистики для залежних і незалежних сукупностей – Mann – Whitney U Test.

Результати

Етапний зразок друку прототипів епіфізів кісток колінного суглоба наведений на рис.1. Нашаруванням силіконового покриття (рис. 2) досягли вигляду муляжу з імітацією епіфізарного хряща, подібного до натурального колінного суглоба людини. Зв'язки, виготовили з армованого силікону та фіксували в анатомічних ділянках інсерції (рис. 3). Порожнину колінного суглоба імітувала фігурна вставна ємність-резервуар (рис. 4), який,

через патрубок по задній поверхні попередньо заповнюється рідиною, що імітує екссудат: кров, синовіальну рідину, гній, відповідно до поставленого завдання при відпрацюванні навички пункції порожнини колінного суглоба.

Реалістичність пальпаторного відчуття надає покриття муляжу силіконовою оболонкою (рис. 5), яке імітує шкірні покриви і витримує багаторазову дезінфекцію. Під оболонковий простір заповнений спіненим поліуретаном з верхнім прошарком поролону.



Рис. 1. Етапний зразок друку прототипів епіфізів кісток колінного суглоба



Рис. 2. Вигляд муляжу колінного суглоба з нашаруванням силіконового покриття для імітації епіфізарного хряща



Рис. 3. Зв'язки муляжу колінного суглоба з армованого силікону, фіксовані в анатомічних ділянках інсерції.

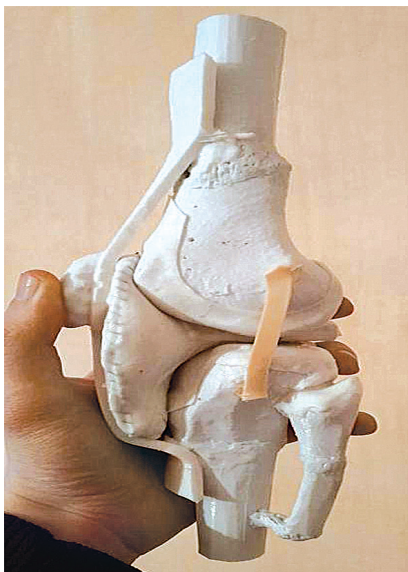


Рис.4. Розташування під наколінком фігурної вставної ємності-резервуара, що імітує порожнину колінного суглоба.

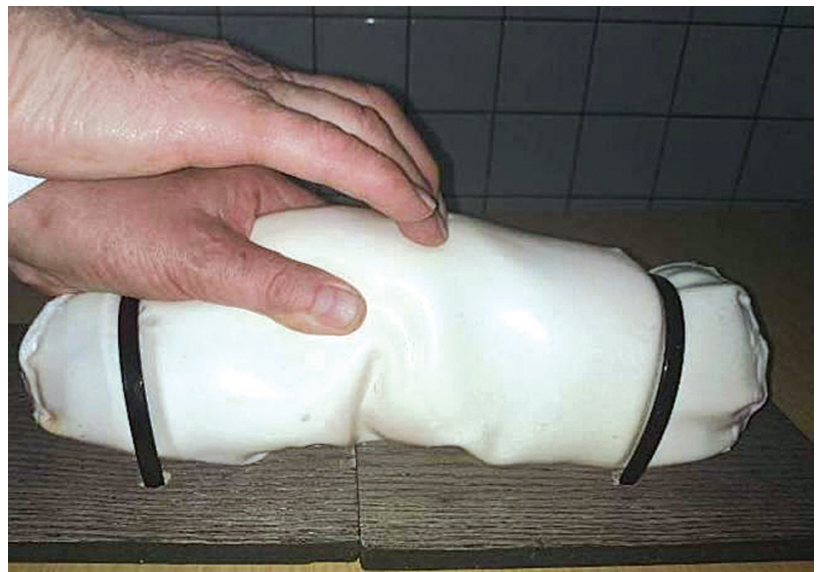


Рис. 5. Муляж колінного суглоба вкритий силіконовою оболонкою, яка імітує шкірні покриви. Тест для визначення балотації наколінка.

Муляж фіксували двома кабельбіндерами до двох дерев'яних підставок, з'єднаних між собою по довжині осьовим шарніром в проекції щілини колінного суглоба, що дозволяє регулювати згинання в суглобі та фіксувати положення, залежно від поставленої мети.

Якісні характеристики матеріалів, підібраних для виготовлення складових муляжу колінного суглоба з відповідними модулями пружності Юнга, дозволяють максимально наблизити конструкцію до аналогічного анатомічного сегменту нижньої кінцівки людини. Зрештою, практичне використання муляжу в процесі навчання наближає симуляційне відпрацювання навички до реальної діагностично-лікувальної процедури.

Муляж слід попередньо підготувати для виконання навички. Ємність-резервуар муляжу (рис. 6) через патрубок шприцом Жане слід наповнити рідиною, відповідно до умов завдання.

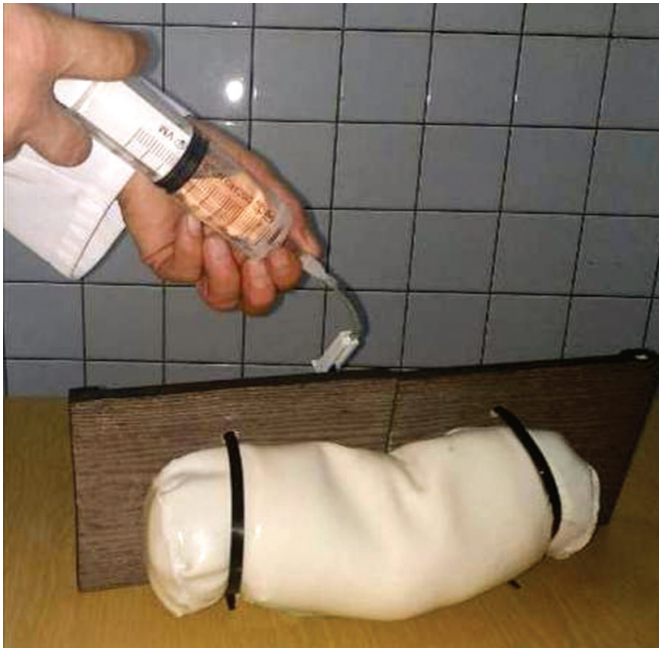


Рис. 6. Підготовка муляжу колінного суглоба до виконання практичної навички. Введення шприцом рідини, відповідної до умов завдання, через патрубок резервуару.

Для прикладу, синовіальну рідину імітують ізотонічним розчином забарвленим в жовто-помаранчевий колір різної інтенсивності 5% желатином, з домішками мікрочастинок розмеленого поліетилену (для імітації мутного ексудату) або розчином, що імітує кров тощо. Отвори після пункції внутрішньовенною голкою через достатньої товщини силіконове покриття муляжу колінного суглоба не потребує герметизації і злипається самостійно. Відпрацювання навички з неодноразовими маніпуляціями товстими голками

для відновлення герметичності резервуару в місці перфорації потребує реновації покриття додатковим шаром силікону. Таким чином підготовлений муляж дозволяє попередньо виконати тест для визначення балотації наколінка (рис. 5), імітувати мобілізаційні прийоми при проявах контрактури, тейпування тощо.

Симуляційну навичку пункції колінного суглоба можна виконати на муляжі з різних доступів як традиційних (рис. 7), так і не традиційних. Для прикладу: з передньо-медіального доступу при зігнутому суглобі до кута 60-70°, залежно від анатомічних особливостей організму людини з надмірною вагою (рис. 8). Відповідний кут згинання можна стабільно утримувати тракційною ремінцевою тягою між двома підставками муляжу. Зворотне витікання краплями імітаційної синовіальної рідини (рис. 9) достовірно підтверджує тестове внутрішньосуглобове розташування пункційної голки, що є вкрай важливим за потреби внутрішньосуглобового введення препарату.

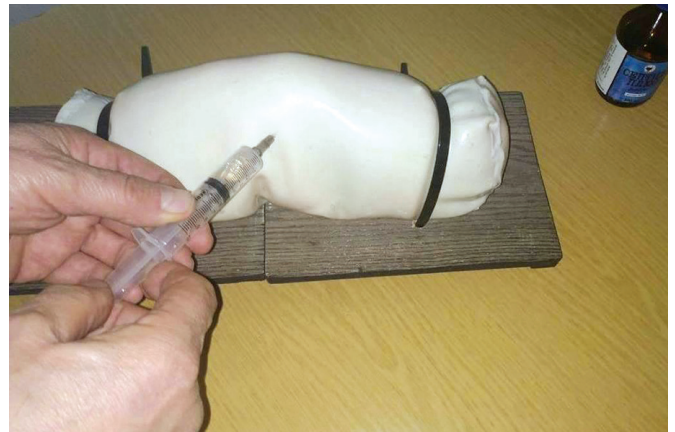


Рис. 7. Виконання навички пункції колінного суглоба на муляжі з традиційного нижньо-медіального доступу.



Рис. 8. Виконання навички пункції колінного суглоба на муляжі в положенні згинання.



Рис. 9. Зворотне витікання краплями імітаційної рідини достовірно підтверджує тестове внутрішньосуглобове розташування пункційної голки

Отже, муляж колінного суглоба дозволяє відпрацювати наступні навички: виконання тесту на балотацію наколінка, перевірку симптому перетікання рідини (patella effusion test), виконання мобілізаційних впливів на наколінки, тейпування, пункцію заворотів та безпосередньо порожнини суглоба під наколінки з різних доступів, аспірацію надмірної кількості імітованої синовіальної рідини, крові, запального вмісту, з візуальною оцінкою властивостей пунктату для уточнення попереднього діагнозу.

Відповідно до умов екзаменаційного завдання КПОКІ (OSCI) виконували симуляційне взяття пунктату на бактеріологічне та/або цитологічне дослідження, котре, часто в повсякденній практиці ортопеда, дозволяє вирішити *in situ* лікувальну тактику та доцільність введення відповідного лікарського препарату (анестетика, глюкокортикостероїда, антисептика, цитостатика, гіалуронової кислоти), виконання пункційної біопсії за підозрою на віллонодулярний синовіт). Також навичку пункції колінного суглоба можна доповнити імітацією прицільного введення хондропротектора в «сухий» суглоб при остеоартриті.

Для виконання перелічених навичок формували команду по двоє-трьох людей, які по черзі виконували різні ролі, для прикладу: лікаря-ортопеда і перев'язочної медсестри або лікаря-ортопеда, перев'язочної медсестри і сонографіста, лікаря-ортопеда і фізичного терапевта, тощо. Використовували звичайні внутрішньовенні голки, спінальні голки Ga 20, Ga 18 або типу Дюфо для аспірації густого ексудату, голку для пункційної біопсії.

Муляж колінного суглоба корисний при відпрацюванні навички тейпування. Вартісний тейп легко зняти з силіконового покриття муляжу без суттєвої втрати клейких властивостей, на відміну від натурального тейпування тіла людини. Муляж дозволяє повторно багаторазово використовувати тейпи в симуляційному навчальному процесі.

Статистичний аналіз ступеня зростання ефек-

тивності відпрацювання симуляційної навички на муляжі колінного суглоба лікарями-інтернами в обох групах виконали після етапної інтенсифікації навчального процесу.

На першому етапі виконували практичну навичку на виготовленому муляжі в «Міжкафедральному навчальному тренінговому симуляційному центрі OSCI» ІФНМУ. Другим етапом тренування окремим двом трьом лікарям-інтернам, студентам, вибраним в групі з 10-15 осіб з найвищими рівнями засвоєння (С, D), створювали умови виконання навички або окремі її елементи в перев'язувальній відділу травматології за попередньою згодою хворого, з реактивним випітним синовітом колінного суглоба або з остеоартритом, де показана пункція з аспірацією синовіальної рідини та наступним введенням препарату глюкокортикоїду пролонгованої дії або гіалуронової кислоти. Навичку виконували під керівництвом викладача – досвідченого лікаря ортопеда-травматолога з відповідною кваліфікаційною категорією.

Ранжуванням за системою ЄКТС у групі I виявили з недостатнім рівнем знань А – 4 (20%), достатнім В – 8 (40%), середнім С – 7 (35%) і високим D – 1 (5%) лікарів-інтернів. Лікарів-інтернів, які не змогли відтворити навіть базові елементи з оцінкою «А» - не було (рис. 10. Група I). У лікарів-інтернів II групи, які тренувались впродовж двох років, показники ранжування були кращими (рис. 10. Група II). Серед них не було жодного з груп А і А-. Достатній В рівень знань був у 7 (35%), а середній С і високий D - у 8 (40%) і 5 (25%) лікарів-інтернів, відповідно.

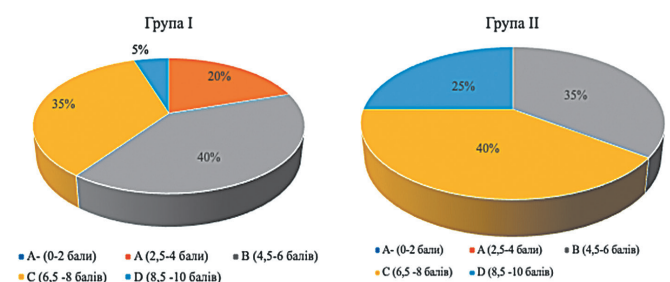


Рис. 10. Відмінність (в балах) в ефективності симуляційного навчання лікарів-інтернів в групах I та II при відпрацюванні практичної навички діагностично-лікувальна пункція колінного суглоба на муляжі. Результати наведені як середні значення з похибками 95% СІ.

I група – 15 лікарів-інтернів, які проводили тренування на муляжі з початку 2-го року навчання (впродовж одного року),

II група – 15 лікарів-інтернів, які проводили тренування на муляжі з початку 1-го року впродовж двох років навчання.

Узагальнення показників ефективності симуляційного навчання навичці проведення пункції колінного суглоба порівняно в обох групах лікарів-інтернів наведено на рис. 11.

У I групі середній бал склав $3,9 \pm 2,7$, а у II групі $4,8 \pm 2,8$ з максимально можливого 5,5 що вказує на ефективність симуляційного навчання за допомогою виготовленого муляжу колінного суглоба. Хоч аналіз результатів складання іспиту не виявив достовірної відмінності між групами порівняння ($p=0,09492$), оскільки групи були не великими за кількістю осіб, однак засвоєння навички у лікарів-інтернів II групи, які неодноразово відпрацьовували навичку пункції колінного суглоба на муляжі впродовж двох років був вищим у 1,2 рази.

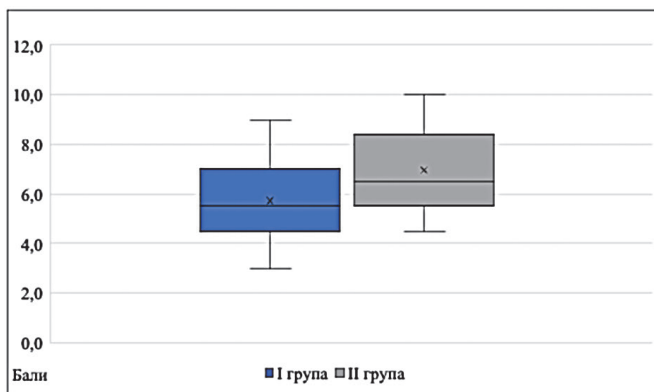


Рис. 11. Порівняльна ефективність симуляційного навчання навичці проведення пункції колінного суглоба. Розподіл лікарів-інтернів в групах I і II за результатами ранжування в системі ЄКТС (в балах).

Обговорення

Вибір методики практичного оволодіння навичкою як для викладача, так і для студента, лікаря-інтерна залишається актуальною проблемою.

В період пандемії COVID-19 значного поширення набули дистанційні форми навчання, такі як: відео-лекції, майстер-класи, але відсутність можливості спробувати відтворити побачене і почуте, робить їх скоріше допоміжними засобами навчання, які дають тільки базові рівні пізнання згідно таксономії Блума – знання і розуміння. Все ж для переходу на наступний рівень – застосування, потрібно пройти симуляційне тренування.

Основними методиками практичного оволодіння навичками для лікаря-ортопеда є тренування на муляжах, кадавер-тренування, на сучасних симуляторах віртуальної реальності [11, 12], кожна з яких має свої переваги і недоліки. Основною перевагою кадавер-тренувань є їх реалістичність і

повне відтворення тактильного відчуття при виконанні маніпуляцій на суглобах у реальних умовах [13] можливо і під сонографічним контролем [14]. Проте основними недоліками, які важко подолати в сучасних умовах, залишаються недостатня кількість кадавер-стендів, дороговартісність їх експлуатації, відсутність умов для зберігання в багатьох освітніх закладах та швидке зношування, що робить їх застосування неможливим для великих груп слухачів.

Симуляція в медичній освіті почала активно впроваджуватись з 1990 років, коли з'явилися муляжі з можливостями імітації різних клінічних ситуацій, а з середини 2000 років до них додалось програмне забезпечення, що дозволило отримувати зворотній зв'язок і контролювати правильність виконання навички [15]. Сучасні симулятори допомагають вирішити вищенаведені проблеми. 3D-друк уможливив відтворення всіх структур анатомічного сегмента і збільшив задоволеність здобувачів освіти якістю симуляційного навчання [16, 17]. Додатковою перевагою сучасного муляжу є його багатозадачність. Викладачі можуть прописувати різні за рівнем складності клінічні сценарії, що дозволяє формувати клінічне мислення, тобто розвивати наступні рівні пізнання за Блумом – аналіз, оцінювання і синтез.

Перспективним напрямком розвитку симуляційного навчання вважається доповнення симуляторів віртуальною реальністю, що дасть змогу повністю відтворити клінічний випадок та розширити розуміння своїх помилок і провести їх аналіз [18, 19].

Висновки

1. Симуляційне оволодіння практичною навичкою на виготовленому оригінальному муляжі колінного суглоба власного дизайну показало свою ефективність у підготовці здобувачів освіти інтернів лікарів-ортопедів. У I групі 80% інтернів змогли скласти іспити, а у II групі їх кількість зросла до 90%.

2. Повторюваність у відпрацюванні практичних навичок сприяє засвоєнню алгоритмів проведення інвазивних маніпуляцій під контролем досвідченого викладача.

3. Симуляційне тренування на муляжі дозволяє викладачу визначити рівень засвоєння інтернами методики проведення маніпуляцій на колінному суглобі і за потреби провести додаткові навчальні сесії. Такий підхід до оволодіння практичною навичкою дозволить уникнути потенційних помилок при лікуванні пацієнтів та зменшить кількість можливих ускладнень.

Конфлікт інтересів: Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів та фінансову зацікавленість у публікації статті.

Conflicts of interest: The authors declare no conflict of interest or financial interest in the publication of the article.

Інформація про фінансування. Фінансова зацікавленість - відсутня.

Fundings. no.

References

1. Armenia S, Thangamathesvaran L, Caine AD, King N, Kunac A, Merchant AM. The Role of High-Fidelity Team-Based Simulation in Acute Care Settings: A Systematic Review. *Surg J (N Y)*. 2018;4(3):e136-e151. Published 2018 Aug 13. doi:10.1055/s-0038-1667315
2. Ruder JA, Turvey B, Hsu JR, Scannell BP. Effectiveness of a Low-Cost Drilling Module in Orthopaedic Surgical Simulation. *J Surg Educ*. 2017;74(3):471-476. doi:10.1016/j.jsurg.2016.10.010
3. Lopez G, Wright R, Martin D, Jung J, Bracey D, Gupta R. A cost-effective junior resident training and assessment simulator for orthopaedic surgical skills via fundamentals of orthopaedic surgery: AAOS exhibit selection. *J Bone Joint Surg Am*. 2015;97(8):659-666. doi:10.2106/JBJS.N.01269
4. Bartlett JD, Lawrence JE, Stewart ME, Nakano N, Khanduja V. Does virtual reality simulation have a role in training trauma and orthopaedic surgeons?. *Bone Joint J*. 2018;100-B(5):559-565. doi:10.1302/0301-620X.100B5.BJJ-2017-1439
5. Zamani N, Pourkand A, Salas C, Mercer DM, Grow D. A Novel Approach for Assessing and Training the Drilling Skills of Orthopaedic Surgeons. *J Bone Joint Surg Am*. 2019;101(16):e82. doi:10.2106/JBJS.18.00905
6. Agyeman KD, Summers SH, Massel DH, Mouhanna J, Aiyer A, Dodds SD. Innovation in Orthopaedic Surgery Education: Novel Tools for Modern Times. *J Am Acad Orthop Surg*. 2020;28(18):e782-e792. doi:10.5435/JAAOS-D-19-00411
7. Meyer-Szary J, Luis MS, Mikulski S, Patel A, Schulz F, Tretiakow D, Fercho J, Jaguszewska K, Frankiewicz M, Pawłowska E, Targoński R, Szarpak Ł, Dądela K, Sabiniewicz R, Kwiatkowska J. The Role of 3D Printing in Planning Complex Medical Procedures and Training of Medical Professionals—Cross-Sectional Multispecialty Review. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(6):3331. Published 2022 Mar 11. doi:10.3390/ijerph19063331
8. Ganguli A, Pagan-Diaz GJ, Grant L, Cvetkovic C, Bramlet M, Vozenilek J, Kesavadas T, Bashir R. 3D printing for preoperative planning and surgical training: a review. *Biomedical Microdevices*. 2018 Aug;20(3):65. DOI: 10.1007/s10544-018-0301-9. PMID: 30078059.
9. Alemayehu DG, Zhang Z, Tahir E, Gateau D, Zhang DF, Ma X. Preoperative Planning Using 3D Printing Technology in Orthopedic Surgery. *Biomed Res Int*. 2021;2021:7940242. Published 2021 Oct 12. doi:10.1155/2021/7940242
10. Cabinet of Ministers of Ukraine. On the approval of exemplary internship training programs in the specialty "Orthopaedics and Traumatology". Order of the Ministry of Health of Ukraine (order in Ukraine. [Internet]. 2022 [cited 2022 Jul 4]. Decree No. 1219 2022 July 04. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v1219282-22#Text>
11. Shah A, Barnes RM, Rocco LE, et al. Measuring success: A comparison of ultrasound and landmark guidance for knee arthrocentesis in a cadaver model. *Am J Emerg Med*. 2023;71:157-162. doi:10.1016/j.ajem.2023.06.044
12. Pakzad B, Karimzadeh H, Dadgostarnia M, Mousavi M, Salehi A, Akbari M. Designing and Manufacture of Training Simulator for Injecting and Fluid Removing of Knee Joint. *Advanced Biomedical Research*. 2019 ;8:28. DOI: 10.4103/abr.abr_198_18. PMID: 31123671; PMCID: PMC6477831.
13. Bretagne V, Delapierre A, Cerasuolo D, Bellot A, Marcelli C, Guillois B. Randomized Controlled Study of a Training Program for Knee and Shoulder Arthrocentesis on Procedural Simulators with Assessment on Cadavers. *ACR Open Rheumatol*. 2022;4(4):312-321. doi:10.1002/acr.2.11400
14. Lundgreen Mason N, Thomas R, Skidmore C, Loveless B, Muir M, Limov A, Fritsch A, Yancey T, Zapata I, Nigh A. Comparing the Utility of Landmark-Palpation Guided to Ultrasound-Guided Teaching Methodologies for Subclavian Central Venous Access Using a Formalin-Embalmed Cadaver Model. *Adv Med Educ Pract*. 2023;14:1327-1337. Published 2023 Nov 23. doi:10.2147/AMEPS439243
15. Delva II, Lytvynenko NV, Delva MY, Pinchuk VA, Kryvchun AM. SIMULATION IN MEDICAL EDUCATION: HISTORY OF THE DEVELOPMENT (article in Ukraine). *Actual Problems of the Modern Medicine: Bulletin of Ukrainian Medical Stomatological Academy*. 2019; 19(2): 183-185. <https://doi.org/10.31718/2077-1096.19.2.183>
16. Engelbrecht R, Patey C, Dubrowski A, Norman P. Development and Evaluation of a 3D-Printed Adult Proximal Tibia Model for Simulation Training in Intraosseous Access. *Cureus*. 2020;12(12):e12180. Published 2020 Dec 20. doi:10.7759/cureus.12180
17. Sivanathan M, Micallef J, Clarke KM, Gino B, Joshi S, Abdo S, Butt D, Mnaymneh M, Siraj S, Torres A, Brock G, Button D, Pereira C, Dubrowski A. The Development and Initial End-Point User Feedback of a 3D-Printed Adult Proximal Tibia IO Simulator. *Cureus*. 2022;14(5):e25481. Published 2022 May 30. doi:10.7759/cureus.25481
18. Tronchet A, Casy T, Vallee N, Common H, Thomazeau H, Jannin P, Huauilmé A. Virtual reality simulation training improve diagnostic knee arthroscopy and meniscectomy skills: a prospective transfer validity study. *J Exp Orthop*. 2023;10(1):138. Published 2023 Dec 14. doi:10.1186/s40634-023-00688-8
19. Vrillon A, Gonzales-Marabal L, Ceccaldi PF, Plaisance P, Desrentes E, Paquet C, Dumurgier J. Using virtual reality in lumbar puncture training improves students learning experience. *BMC Med Educ*. 2022;22(1):244. Published 2022 Apr 4. doi:10.1186/s12909-022-03317-7

Effectiveness of Practical Skills Training on the Original Design Knee Joint Phantom

Sulyma V.S.¹, Omelchuk V.P.¹, Kuz U.V.¹, Omelchuk I.V.³, Fedorkevych S.V.¹,
Meniuk V.V.², Dubas V.I.¹

¹Ivano-Frankivsk National Medical University, Ivano-Frankivsk

²MNPE «Dolynsk Multiprofile Hospital», Dolynsk

³MNPE «Ivano-Frankivsk Regional Clinical Hospital», Ivano-Frankivsk

Summary. Background. Simulation training is a crucial aspect of intern training in Orthopedics surgery. Providing a practical and reproducible training environment, it helps interns avoid critical errors when working with future patients. **Objective.** The objective of our study was to design, manufacture, implement in education course and evaluate the effectiveness of a knee joint phantom for training knee joint puncture. **Material and Methods.** The knee joint phantom was created using Fusion 360 software and was printed using FDM technology on a Tevo Tarantula Pro printer with a Cura slicer with an insert container capable of repeated filling with various imitated liquids. To achieve a higher level of realism, the soft tissues were fully replicated. The phantom was fixed on two supports under the femoral and knee segments with a hinge, which provides the possibility of movements in the joint at different angles. 30 ordinators were involved in the study and divided into two groups: group I included 15 ordinators who conducted training on a knee model from the beginning of the 2nd year; group II consisted of 15 ordinators who conducted training from the beginning of the 1st year. The effectiveness of practical training was evaluated through statistical analysis of the results of OSCI, with a phantom being used. Results. The mean score was 3.9 ± 2.7 and 4.8 ± 2.8 in group I and group II, respectively, with the maximum possible result of 5.5, which indicates the effectiveness of simulation training with the help of a manufactured knee joint phantom. A small number of participants were included in the study, so no significant difference in learning outcomes between the comparison groups was established ($p=0.09492$). Conclusions. Simulation training with a knee phantom is an efficient method for educating orthopedic surgeons on how to perform manipulations on the knee joint. This training also aids in identifying those who have acquired the skill at a lower level. This approach can prevent potential errors when performing manipulations and minimize complications in the treatment of patients with knee joint pathology.

Key words: knee joint; 3D modeling; phantom; simulation training.

Biological Treatment of Knee Osteoarthritis. The Role of Mesenchymal Stem Cells and Platelet-Rich Plasma

Zazirnyi I. M.¹✉

Summary. Osteoarthritis (OA) is the most common joint disease, which is associated with growing population ageing. Beyond conventional medical and surgical interventions, there is an increasing number of «biological» therapies. These therapies may have a limited evidence base and, for this reason, are often only afforded brief reference (or completely excluded) from current OA guidelines. The aim of this review was to analyze current evidence regarding mesenchymal stem cells (MSCs) therapy and platelet-rich plasma (PRP). There is some evidence to suggest symptomatic improvement with MSCs injection in knee OA, with the suggestion of minimal structural improvement demonstrated on MRI, and there are positive signals that PRP may also lead to symptomatic improvement, though variation in preparation makes inter-study comparison difficult. Although controlled studies have been conducted to evaluate effectiveness in OA, they have been often of small size, limited statistical power, uncertain blindness, and using various methodologies. These deficiencies leave open the question of whether they have been validated as effective therapies in OA. The conclusions of this review are that all biological interventions definitely require clinical trials with robust methodology to assess their efficacy and safety in the treatment of OA beyond contextual and placebo effects.

Keywords: osteoarthritis; knee; mesenchymal stem cells; platelet-rich plasma.

Background

Osteoarthritis (OA) is the most common joint disease in the world, diagnosed in more than 500 million patients, and more than half of them have OA of the knee joint [1]. OA is becoming an increasingly serious socioeconomic and public health issue, as the number of patients with disability increased by 64% from 1990 to 2010.

The current dogma is that OA may have differing causes but with a common, multi-tissue morphology including cartilage fibrillation, fissures and loss of intracellular substance, subchondral bone changes, and synovitis. OA is more prevalent in females than males and, although it can affect any joint, the most common anatomical sites include the knee, distal interphalangeal joints, and hip [2]. Clinically, OA is characterized by joint pain, significant stiffness and leads to functional decline and a reduced quality of life for the affected individual.

There are a number of different treatments for OA including non-pharmacological and pharmacological approaches.

However, despite a number of well-written and well-considered guidelines [3–6], there is no direct

advice regarding the application of what may be termed ‘alternative’ or biological treatments including autologous/heterologous mesenchymal stem cells (MSCs) and platelet-rich plasma (PRP).

The first study on MSCs was published in 1966 by Fridenshtein et al., who cultured bone-forming cells from guinea-pig bone marrow and spleen cells [7,8]. Subsequent studies have characterized MSCs as clonogenic progenitor cells capable of differentiating into mesoderm-derived cells such as osteoblasts, chondrocytes, and adipocytes [7,9-11]. The term «mesenchymal stem cells» was first used in 1991 to represent cells originating from embryonic mesodermal tissues [11,12]. While MSCs imply mesenchymal «stem» or «stromal» cells at the same time, it is suggested only to refer progenitor cells with self-renewal and differentiation ability as «mesenchymal stem cells». Mesenchymal stromal cells, on the other hand, refer to a bulk population of cells with immunomodulatory and homing properties. Some researchers, however, have recently argued that MSCs should be renamed «medicinal signaling cells» because these cells secrete therapeutic regenerative bioactive factors to stimulate the site- and tissue-specific resident stem cells of patients rather than differentiating into tissue-producing cells [13].

✉ Zazirnyi I. M. I., zazirny@ukr.net

¹Clinical Hospital «Feofaniya» of the Agency of State Affairs, Kyiv

Introduction of mesenchymal stem cells

MSCs have evolved to be a promising technique for the management of knee osteoarthritis (OA) as they have high plasticity, self-renewal capabilities, and immune-suppressive and anti-inflammatory properties [14]. However, the recent popularity gain of cell therapies is not without its drawbacks as we can observe a considerable overflow of contradicting or unclear information or even misinformation about them.

MSCs can be administered either as injectables or surgically (i.e., transplants). The intra-articular injection is most commonly applied as it is a relatively easy and safe procedure that could also be used in ambulatory care. Nevertheless, this technique could not guarantee the proper administration of the cells in the area of interest. Conversely, MSCs surgical implantation is more invasive but overpasses this limitation and ensures the accurate deposit of the cells in the target territory.

The origin of MSCs can vary, but the two most common types of MSCs used for knee OA are bone marrow derived stem cells (BMSCs) (or bone marrow aspirate concentrate, BMAC) and adipose derived stem cells (ADSCs) (or adipose-derived stromal vascular fraction, AD-SVF). Stromal vascular fraction (SVF) is a heterogeneous product that contains ADSCs, macrophages, blood cells, pericytes, fibroblasts, endothelial cells, and their progenitors [15].

Some of the acknowledged SVF actions can be attributed to the viable MSCs found in the SVF, while others could be associated with the paracrine effect of the cells (i.e., stem cells secrete factors that act on surrounding cells and force them to change their behavior in order to initiate the regeneration process) that are present in SVF [16]. Bone marrow aspirate is usually obtained percutaneously from the iliac crest in a safe and minimally invasive technique. BMAC contains high concentrations of IL1-Ra and other anti-inflammatory growth factors [17,18].

Many cell therapies for knee OA are available at point-of-care and are easily delivered due to their autologous nature and minimal manipulation required. Notably, the application of MSCs has consistently been shown to be safe, while they do not preclude additional future therapy in case of treatment failure. These treatments seem to be effective in pain reduction and functional improvement, but little is known about their effect on cartilage regeneration and disease modification in clinical practice.

MSCs have been used in one-step or two-step procedures, where the MSCs can be isolated and expanded before their application. Most clinical protocols recommend that a number of MSCs between 10 to 40×10^6 per intra-articular injection tends to demonstrate superior outcomes [19]. The application of

BMAC is an FDA-approved method of obtaining progenitor cells and growth factors for intra-articular use in treating knee OA. BMAC is obtained through density gradient centrifugation to remove blood cells, granulocytes, immature myeloid precursors, and platelets [20].

SVF and AD-MSCs (adipose-derived mesenchymal stem cells) contain up to 500 times more MSCs than bone marrow [19]. Adipose tissue is harvested by a minimally invasive procedure, which is painless, safe, and cosmetic. Advantages of AD-MSCs and SVF include the ease of harvesting procedure under local anesthesia and the greater tolerance to ischemia and hypoxia associated with the cell's survival when implanted into the lesion site [21]. SVF contains a more heterogeneous cellular population and secretes several cytokines and growth factors, which can further modulate inflammation and immune responses via paracrine signaling [22].

The current literature shows encouraging results for the intra-articular injections of both BMAC and SVF regarding pain reduction and improvement of functional outcomes and overall quality of life [19,21]. Initially, most of the relevant articles were non-randomized studies or case series. However, a recently published systematic review summarized five level 1 studies and demonstrated superior PROMs (patient-reported outcome measures) at 6 and 12 months for AD-MSCs and SVF compared to placebo and hyaluronic acid injections [19]. It remains unclear whether BMAC is superior to SVF/AD-MSCs injections. Both BMAC and SVF single intra-articular injections in patients with knee OA have been associated with symptomatic improvement. A recent systematic review and meta-analysis showed that SVF injection was more effective than BMAC injection in terms of pain relief at short-term follow-up [21].

The literature is vague concerning cartilage regeneration assessed with MRI following MSCs injection with other studies showing improvement in cartilage signal and morphology, while others found no improvement. In a recent relevant systematic review, only 3 studies yielded improved post-injection cartilage status whereas 2 did not observe any changes in the MRI after intra-articular injections of AD-MSCs or SVF [19]. The ESSKA (European Society of Sports Traumatology, Knee Surgery and Arthroscopy) Orthobiologic initiative performed a systematic review to investigate in pre-clinical studies the disease-modifying effects of AD-MSCs injectable therapies in joints affected by OA. Overall, 94.1% of the included studies reported better results with adipose-derived products than controls [23].

Nowadays, two are the leading sources for MSCs implantation, either autologous AD-MSCs or allogeneic

ic from the umbilical cord (hUCB-MSCs). Adipose tissue is harvested with simple liposuction from the patient's abdominal or gluteal regions before implantation. On the other hand, hUCB-MSCs are obtained from the maternal umbilical veins and arteries at the time of delivery or from the placental tissue. The culture expansion of both sources may enforce their effect as more cells are applied. The MSCs are often embedded or mixed with three-dimensional scaffolds substances, including hyaluronic acid, collagen, or fibrin glue.

Recent studies demonstrated promising results using PROMs, radiological evaluation, or second-look arthroscopy. Kim et al. evaluated the midterm clinical results and survival rate in a large case series of 467 patients treated with AD-MSCs implantation on a fibrin glue scaffold for knee OA with a minimum 5-year follow-up. The study showed encouraging functional outcomes with an acceptable duration of symptom relief and a survival rate of 99.8% and 74.5% at 5 and 9 years, respectively, in terms of conversion to high tibial osteotomy or knee arthroplasty [24]. In another study, Song et al. [25] published a large case series, including 128 patients with Kellgren-Lawrence (KL) grade 1 to 3 knee osteoarthritis who underwent hUCB-MSCs implantation combined with a hyaluronic acid (HA) hydrogel, evaluated with a follow-up lasting at least two years. The authors concluded that implantation of UCB-MSC-HA significantly improves pain and function, with no adverse effects or post-operative complications to be noted. Radiological evaluation was also performed using the modified MOCART (Magnetic Resonance Observation of Cartilage Repair Tissue) score at 3-6 months and one year after surgery, demonstrating increased values (30.58 for the first MRI and 55.44 for the second). It should be noted that a crucial point in managing an osteoarthritic knee is prioritizing the treatment. The approach should start by assessing the limb alignment, afterward, joint stability, and next considering any meniscal and cartilage procedures. In this regard, MSCs administration is often combined with a high tibial osteotomy (HTO) when a substantial varus is present. Indeed, a recent study performed by Yang et al. [26] demonstrated the effectiveness of this combined surgery. Namely, 176 patients who underwent HTO combined with BMAC or hUCB-MSC procedure for medial compartment osteoarthritis were followed for a minimum of 2 years. Clinical outcomes were evaluated using different PROMs (IKDC, KOOS, SF-36, Tegner) and revealed a significant improvement in both groups with no differences between the two groups. However, a second-look arthroscopy showed better cartilage healing in the hUCB-MSC group [27,28].

Platelet-rich plasma for the treatment of knee OA

Platelets play an important role in coagulation but also inflammation, and PRP is a therapy which has been used extensively in equine tendinopathy [29] and has been investigated in the treatment of OA, particularly of the knee [30]. Platelet-rich plasma is a fluid which is rich in growth factors that stimulate cell proliferation, cellular migration, angiogenesis and synthesis of the extracellular matrix, including platelet-derived growth factor (PDGF), tumor-like growth factor- β (TGF- β), fibroblast growth factor (FGF), vascular endothelial growth factor (VEGF), hepatocyte growth factor (HGF), and insulin-like growth factor-1 (IGF-1). It is derived through centrifugation of a patient's blood, with the aim of separating a plasma component which is rich in platelets (>95% platelets) from whole blood which is poor in platelets (4% platelets). The PRP is then extracted and injected into the affected joint. The intricacies of preparation techniques vary and result in significantly different erythrocyte and leucocyte proportions, platelet concentrations, and injection volumes [31]. Indeed, there is a global schism in practice with Europeans preferring to use leukocyte-poor and Americans using leukocyte-rich PRP. PRP has been investigated in randomized controlled trials (RCTs) [32,33], but the broad variation in preparation methods makes inter-trial comparison difficult and robust conclusions harder to ascertain. To emphasize this point we have synthesized and summarized some of the seminal studies below.

The issues surrounding the preparation of PRP are covered in a review of the techniques utilised in a number of RCTs and systematic reviews [34]. There is substantial variation in techniques, including the subject studied (severity of knee OA), PRP preparations, the inclusion of leukocytes, platelet count, number of injections delivered, interval/frequency of administration, volume of injection, whether fresh or freeze-thawed PRP were used, the use of anticoagulants and activating agents, separation techniques, and any co-administered injections. With this in mind, a technical analysis was performed in 2017 to evaluate the similarities and differences between differing PRP formulations, in an attempt to determine the best preparation for the treatment of knee OA.

Filardo et al. [35, 36] performed a blinded trial in which they recruited participants with radiographic knee OA up to a Kellgren and Lawrence score of \leq III, with 96 randomised to PRP and 96 to hyaluronic acid for comparison. The PRP was centrifuged twice; PRP participants received 3 injections, once a week for three weeks. All participants were followed up for 12 months initially, but the term was extended up to 5

years [37]. The key finding was that both treatments were equally effective in reducing knee OA symptoms and improving function over time, but leukocyte-rich PRP was no more effective than hyaluronic acid.

To summarize the available evidence regarding PRP, a number of systematic reviews have been performed [38–40]. PRP provided significant improvements in knee OA patient outcomes at 12 months, and larger improvements were observed in those with milder radiographic disease (Kellgren and Lawrence \leq II) [38].

Significant improvements in «patient recorded outcomes» were also observed with PRP as opposed to hyaluronic acid at 3–6 months (WOMAC, Western Ontario and McMaster University Osteoarthritis Index, 28.5 vs. 43.4 respectively, $p = 0.0008$) and 6–12 months (WOMAC 22.8 vs. 38.1, $p = 0.0062$) [39].

A further systematic review published in 2018 (including 7 randomized placebo-controlled trials and 908 patients) sought to investigate the superiority of PRP over hyaluronic acid, which was not demonstrated. Regarding PRP, the «minimal clinically important difference» (MCID) was observed in 5 of the 7 papers and suggested that differences in clinical outcomes could be due to variation in the preparation of PRP in terms of centrifugation (speed, frequency, time-length, activating agents), administration (frequency, volume of injection), and post-administration rehabilitation protocols [42]. From a safety point of view, no local or systemic serious adverse events were noted in the reviewed articles.

Milants C et al. [41] used a previous definition of «minimal clinically important improvement» in pain (MCII) to determine whether an observed difference had any ‘meaningful’ effect in clinical practice. This was set at 15 out of 100 for absolute improvement and 20% for relative improvement for knee OA, as defined by Tubach et al. [40]. The Milants technical analysis included 19 RCTs, and studies were classified into two groups depending on outcomes: (1) a ‘bad responder group’, defined as a response less than the minimal clinically important improvement (MCII) ($n = 4$ studies), and (2) a ‘very good responder group’, defined as a response greater than twice the MCII ($n = 7$ studies) [41].

The reviewers contacted authors of the trials to obtain information regarding the preparation which was missing from the manuscript, and PRP preparation was classified according to the Mishra (a classification in which PRP is divided into 4 types depending on 3 variables: (1) white blood cells, increased or minimal; (2) activation, yes or no; (3) platelet content, > 5 times patient baseline or ≤ 5 times patient baseline) and PAW (Platelet concentration, Activation prior to injection, White blood cell content).

In almost all studies with a very good responder group, PRPs were leukocyte-poor, activated prior to injection and platelets < 5 times baseline or between baseline and 750,000 platelets/ μL , administered according to a lower number of injections (1 or 2 rather than 3), with a longer interval between injections (2 to 3 weeks per injection rather than once weekly) and a single (as opposed to double) spinning technique. The use of leukocyte-rich PRP was only found in the bad responder group. The use of calcium chloride and citrate was common in the very good responder group [42].

Conclusions

MSCs are increasingly used for the treatment of knee OA, either as an intra-articular injection (most common) or surgical implantation into the lesion along with a scaffold. They are efficient in short-term pain, improvement of function and quality of life. Limited data exist about MSCs’ effect on cartilage status, which shows controversial findings for injectable treatments and short-term improvement of cartilage volume and quality following MSCs implantation. Proper indications are unclear, with available studies reporting on patients suffering from mild to severe (KL grade 1 to 4) knee OA.

Further high-level studies are necessary to evaluate the efficacy of MSCs, especially in terms of disease modification effects and cost-effectiveness compared to other less expensive orthobiologics. Future perspectives should focus on establishing a wide-accepted protocol for MSCs administration, including all parameters that are still controversial such as dosage of cells, preparation and injection protocol, and post-injection instructions and rehabilitation.

Although PRP may have repeated mild symptomatic benefits, there is yet to be experimentally robust demonstration of symptomatic and structural effects in the current literature. Research is required to better understand the mechanism of action, including investigation of the survival and location of platelet-derived factors within the joint after injection. In order for PRP to be considered within the dogma of recommended treatment for OA, at least one large, randomized, placebo-controlled trial and further investigation regarding preparation and dosage efficacy is required.

References

1. Cross M, Smith E, Hoy D et al (2014) The global burden of hip and knee osteoarthritis: estimates from the global burden

- of disease 2010 study. *Ann Rheum Dis* 73:1323–1330. <https://doi.org/10.1136/annrheumdis-2013-204763>
2. Van Saase JL, Van Romunde LK, Cats A et al (1989) Epidemiology of osteoarthritis: Zoetermeer survey. Comparison of radiological osteoarthritis in a Dutch population with that in 10 other populations. *Ann Rheum Dis* 48:271–280
 3. McAlindon TE, Bannuru RR, Sullivan MC et al (2014) OARSI guidelines for the non-surgical management of knee osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage* 22:363–388. <https://doi.org/10.1016/j.joca.2014.01.003>
 4. Bruyere O, Cooper C, Pelletier JP et al (2014) An algorithm recommendation for the management of knee osteoarthritis in Europe and internationally: a report from a task force of the European Society for Clinical and Economic Aspects of Osteoporosis and Osteoarthritis (ESCEO). *Semin Arthritis Rheum* 44:253–263. <https://doi.org/10.1016/j.semarthrit.2014.05.014>
 5. Hochberg MC, Altman RD, April KT et al (2012) American College of Rheumatology 2012 recommendations for the use of non-pharmacologic and pharmacologic therapies in osteoarthritis of the hand, hip, and knee. *Arthritis Care Res (Hoboken)* 64:465–474
 6. Jordan KM, Arden NK, Doherty M et al (2003) EULAR Recommendations 2003: an evidence based approach to the management of knee osteoarthritis: Report of a Task Force of the Standing Committee for International Clinical Studies Including Therapeutic Trials (ESCISIT). *Ann Rheum Dis* 62:1145–1155
 7. Fridenshtein A, Piatetskii S II, Petrakova KV. [Osteogenesis in transplants of bone marrow cells]. *Arkh Anat Gistol Embriol.* (1969) 56:3–11.
 8. Pittenger MF, Discher DE, Peault BM, Phinney DG, Hare JM, Caplan AI. Mesenchymal stem cell perspective: cell biology to clinical progress. *NPJ Regen Med.* (2019) 4:22. doi: 10.1038/s41536-019-0083-6
 9. Friedenstein AJ, Chailakhyan RK, Gerasimov UV. Bone marrow osteogenic stem cells: in vitro cultivation and transplantation in diffusion chambers. *Cell Tissue Kinet.*(1987) 20:263–72. doi: 10.1111/j.1365-2184.1987.tb01309.x
 10. Friedenstein AJ, Chailakhyan RK, Lalykina KS. The development of fibroblast colonies in monolayer cultures of guinea-pig bone marrow and spleen cells. *Cell Tissue Kinet.*(1970) 3:393–403. doi: 10.1111/j.1365-2184.1970.tb00347.x
 11. Gomez-Salazar M, Gonzalez-Galofre ZN, Casamitjana J, Crisan M, James W, Peault B. Five decades later, are mesenchymal stem cells still relevant? *Front Bioeng Biotechnol.*(2020) 8:148. doi: 10.3389/fbioe.2020.00148
 12. Caplan AI. Mesenchymal stem cells. *J Orthop Res.* (1991) 9:641– 50. doi: 10.1002/jor.1100090504
 13. Caplan AI. Mesenchymal stem cells: time to change the name! *Stem Cells Transl Med.*(2017). 6:1445–51. doi: 10.1002/sctm.17-0051
 14. Dominici M, Le Blanc K, Mueller I, et al. Minimal criteria for defining multipotent mesenchymal stromal cells. The International Society for Cellular Therapy position statement. *Cytotherapy* 2006;8:3157. DOI: 10.1080/14653240600855905
 15. Boada-Pladellorens A, Avellanet M, Pages-Bolibar E, Veiga A. Stromal vascular fraction therapy for knee osteoarthritis: a systematic review. *Ther Adv Musculoskelet Dis* 2022;14:1759720X221117879.
 16. Andia I, Maffulli N, Burgos-Alonso N. Stromal vascular fraction technologies and clinical applications. *Expert Opin Biol Ther* 2019;19:1289-305. DOI: 10.1080/14712598.2019.1671970
 17. Fortier LA, Potter HG, Rickey EJ, et al. Concentrated bone marrow aspirate improves full-thickness cartilage repair compared with microfracture in the equine model. *J Bone Joint Surg Am* 2010;92:1927-37. DOI: 10.2106/JBJS.I.01284
 18. Oliver KS, Bayes M, Crane D, Pathikonda C. Clinical outcome of bone marrow concentrate in knee osteoarthritis. *J Prolotherapy* 2015;7:937-46.
 19. Kim KI, Kim MS, Kim JH. Intra-articular Injection of Autologous Adipose-Derived Stem Cells or Stromal Vascular Fractions: Are They Effective for Patients With Knee Osteoarthritis? A Systematic Review With Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *Am J Sports Med* 2023;51:837-48. DOI: 10.1177/03635465211053893
 20. Chahla J, Mannava S, Cinque ME, Geeslin AG, Codina D, LaPrade RF. Bone Marrow Aspirate Concentrate Harvesting and Processing Technique. *Arthrosc Tech* 2017;6:e441-e5. DOI: 10.1016/j.eats.2016.10.024
 21. Cavallo C, Boffa A, Andriolo L, et al. Bone marrow concentrate injections for the treatment of osteoarthritis: evidence from preclinical findings to the clinical application. *Int Orthop* 2021;45:525-38. DOI: 10.1007/s00264-020-04703-w
 22. Bolia IK, Bougioukli S, Hill WJ, et al. Clinical Efficacy of Bone Marrow Aspirate Concentrate Versus Stromal Vascular Fraction Injection in Patients With Knee Osteoarthritis: A Systematic Review and Meta-analysis. *Am J Sports Med* 2022;50:1451-61. DOI: 10.1177/03635465211014500
 23. Perucca Orfei C, Boffa A, Sourugeon Y, et al. Cell-based therapies have disease-modifying effects on osteoarthritis in animal models. A systematic review by the ESSKA Orthobiologic Initiative. Part 1: adipose tissue-derived cell-based injectable therapies. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2023;31:641-55. DOI: 10.1177/03635465211014500
 24. Kim YS, Suh DS, Tak DH, Chung PK, Koh YG. Mesenchymal Stem Cell Implantation in Knee Osteoarthritis: Midterm Outcomes and Survival Analysis in 467 Patients. *Orthop J Sports Med* 2020;8:2325967120969189. DOI: 10.1177/2325967120969189
 25. Song JS, Hong KT, Kim NM, et al. Implantation of allogenic umbilical cord blood-derived mesenchymal stem cells improves knee osteoarthritis outcomes: Two-year follow-up. *Regen Ther* 2020;14:32-9. DOI: 10.1016/j.reth.2019.10.003
 26. Yang HY, Song EK, Kang SJ, Kwak WK, Kang JK, Seon JK. Allogenic umbilical cord blood-derived mesenchymal stromal cell implantation was superior to bone marrow aspirate concentrate augmentation for cartilage regeneration despite similar clinical outcomes. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2022;30:208-18. DOI: 10.1007/s00167-021-06450-w
 27. Kim KI, Lee WS, Kim JH, Bae JK, Jin W. Safety and Efficacy of the Intra-articular Injection of Mesenchymal Stem Cells for the Treatment of Osteoarthritic Knee: A 5-Year Follow-up Study. *Stem Cells Transl Med* 2022;11:586-96. DOI: 10.1093/stcltm/szac024
 28. Ding W, Xu YQ, Zhang Y, et al. Efficacy and Safety of Intra-Articular Cell-Based Therapy for Osteoarthritis: Systematic Review and Network Meta-Analysis. *Cartilage* 2021;13:104S-15S. DOI: 10.1177/1947603520942947
 29. Mascarenhas R, Saltzman BM, Fortier LA et al (2015) Role of platelet-rich plasma in articular cartilage injury and disease. *J Knee Surg* 28:3–10. <https://doi.org/10.1055/s-0034-1384672>
 30. Kaux JF, Le Goff C, Seidel L et al (2011) Comparative study of five techniques of preparation of platelet-rich plasma. *Pathol Biol (Paris)* 59:157–160. <https://doi.org/10.1016/j.patbio.2009.04.007>
 31. Lin KY, Yang CC, Hsu CJ et al (2019) Intra-articular injection of platelet-rich plasma is superior to hyaluronic acid or saline solution in the treatment of mild to moderate knee

osteoarthritis: a randomized, double-blind, triple-parallel, placebo-controlled clinical trial. *Arthroscopy* 35:106–117. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2018.06.035>

32. Huang Y, Liu X, Xu X et al (2019) Intra-articular injections of platelet-rich plasma, hyaluronic acid or corticosteroids for knee osteoarthritis: a prospective randomized controlled study. *Orthopade* 48:239–247. <https://doi.org/10.1007/s00132-018-03659-5>

33. Milants C, Bruyère O, Kaux J-F (2017) Responders to platelet-rich plasma in osteoarthritis: a technical analysis. *BioMed Res Int* 2017:7538604. <https://doi.org/10.1155/2017/7538604>

34. Filardo G, Kon E, Di Martino A et al (2012) Platelet-rich plasma vs hyaluronic acid to treat knee degenerative pathology: study design and preliminary results of a randomized controlled trial. *BMC Musculoskelet Disord* 13:229. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-13-229>

35. Filardo G, Di Matteo B, Di Martino A et al (2015) Platelet-rich plasma intra-articular knee injections show no superiority versus viscosupplementation: a randomized controlled trial. *Am J Sports Med* 43:1575–1582. <https://doi.org/10.1177/0363546515582027>

36. Di Martino A, Di Matteo B, Papio T et al (2018) Platelet-rich plasma versus hyaluronic acid injections for the treatment of knee osteoarthritis: results at 5 years of a double-blind, randomized controlled trial. *Am J Sports Med*. <https://doi.org/10.1177/0363546518814532>

37. Campbell KA, Saltzman BM, Mascarenhas R et al (2015)

Does intra-articular platelet-rich plasma injection provide clinically superior outcomes compared with other therapies in the treatment of knee osteoarthritis? A systematic review of overlapping meta-analyses. *Arthroscopy* 31:2213–2221. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2015.03.041>

38. Meheux CJ, McCulloch PC, Lintner DM et al (2016) Efficacy of intra-articular platelet-rich plasma injections in knee osteoarthritis: a systematic review. *Arthroscopy* 32:495–505. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2015.08.005>

39. Di Y, Han C, Zhao L et al (2018) Is local platelet-rich plasma injection clinically superior to hyaluronic acid for treatment of knee osteoarthritis? A systematic review of randomized controlled trials. *Arthritis Res Ther* 20:128. <https://doi.org/10.1186/s13075-018-1621-0>

40. Tubach F, Ravaud P, Martin-Mola E et al (2012) Minimum clinically important improvement and patient acceptable symptom state in pain and function in rheumatoid arthritis, ankylosing spondylitis, chronic back pain, hand osteoarthritis, and hip and knee osteoarthritis: Results from a prospective multinational study. *Arthritis Care Res (Hoboken)* 64:1699–1707. <https://doi.org/10.1002/acr.21747>

41. Milants C., Bruyere O., Kaux J.F. Responders to Platelet-rich plasma in osteoarthritis: A Technical Analysis. *Biomed Res Int*. 2017;2017:7538-604. doi: 10.1155/2017/7538604.

42. Piuze NS, Ng M, Kantor A et al (2019) What is the price and claimed efficacy of platelet-rich plasma injections for the treatment of knee osteoarthritis in the United States? *J Knee Surg* 32:879–885. <https://doi.org/10.1055/s-0038-1669953>

Біологічне лікування остеоартрозу колінного суглоба. Роль мезенхімальних стовбурових клітин і збагаченої тромбоцитами плазми

Зазірний І.М.¹ ✉

¹Клінічна лікарня «Феофанія» ДУС, Київ, Україна

Резюме. Остеоартроз (ОА) є найпоширенішим захворюванням суглобів, яке пов'язано зі зростаючим старінням населення. Крім звичайних медичних та хірургічних втручань, існує все більша кількість «біологічних» методів лікування. Ці методи лікування можуть мати обмежену доказову базу, і з цієї причини їм часто надається лише коротке посилання (або повне виключення) з поточних рекомендацій щодо лікування ОА. Метою цього огляду був аналіз сучасних доказів щодо терапії мезенхімальними стовбуровими клітинами (MSC) та збагаченої тромбоцитами плазми (PRP). Існують деякі докази, що свідчать про симптоматичне покращення при ін'єкції MSC при ОА колінного суглоба, з припущенням про мінімальне структурне покращення, продемонстроване на МРТ, і є позитивні сигнали про те, що PRP також може призвести до симптоматичного покращення, хоча варіації в підготовці ускладнюють порівняння між дослідженнями. Незважаючи на те, що для оцінки ефективності при ОА проводилися контрольовані дослідження, вони часто мали невеликий розмір, обмежену статистичну потужність, невизначену чіткість рандомізації та використовували різні методології. Ці недоліки залишають відкритим питання про те, чи були вони підтверджені як ефективні методи лікування при ОА. Висновки цього огляду полягають у тому, що всі біологічні втручання, безумовно, потребують клінічних випробувань з надійною методологією, щоб оцінити їх ефективність та безпеку при лікуванні ОА поза контекстуальними ефектами та ефектами плацебо.

Ключові слова: остеоартроз, колінний суглоб, мезенхімальні стовбурові клітини, збагачена тромбоцитами плазма.

ефективність загоєння кісткових дефектів від 90,3 до 100% випадків [4,5]. Теоретично це ідеальний метод, але в практичній клінічній роботі можуть виникнути певні труднощі [6].

Найбільш поширені серйозні ускладнення включають: контрактури суглобів (37,58%), сповільнене зрощення місця стикування (19,46%), осьове відхилення (18,79%), переломи (8,05%) і контрактури м'язів гомілки (6,04%). Найбільш поширеними незначними ускладненнями є защемлення м'яких тканин (24,51%), інфекція в області стержнів (22,18%) та контрактури м'язів стопи (10,12%) [7]. Також серйозною проблемою класичного методу Ілізарова є велика тривалість періоду лікування та дискомфорт, що пов'язаний з носінням зовнішнього фіксатора і є вагомим фактором, пов'язаним з цим типом лікування [5]. Це підтверджує частота проведення ампутацій у 1,6% пацієнтів за їх наполяганням [8].

Для оцінки термінів проведеного лікування використовують: час зовнішньої фіксації (ЧЗФ) – являє собою кількість повних днів, протягом яких зовнішній фіксатор був прикріплений до кістки. Індекс зовнішньої фіксації (ІЗФ) – визначався як ЧЗФ (дні), поділений на загальну довжину (см) дефекту [9].

У деяких дослідженнях ІЗФ (середнє значення 1,36 місяців/см) був використаний для оцінки прогресу загоєння кісток, у інших дослідженнях замість нього використовувався індекс загоєння (середнє значення 45,57 днів/см). Це загальні середні значення даних показників зазначених у літературі. Шляхом нескладної математики, опираючись на отримані дані виходить, що для заміщення дефекту у 8 см потрібно близько 360 днів. Слід також зазначити про збільшення ймовірності перелому в 3,7 рази, коли розмір дефекту великогомілкової кістки перевищує 8 см [5].

Для зменшення часу лікування група авторів Du, J. та ін. [9] застосували методику Masquelet у поєднанні з технікою транспортування кістки за Ілізаровим та назвали її «поршневою технікою». Поршнева техніка передбачає подібну процедуру на першому етапі, як і техніка Masquelet. На другому етапі видаляють кістковий цемент, не порушуючи індуковану мембрану і потім за допомогою зовнішньої фіксації проводять дистракційний остеогенез. Це дозволяє скоротити час зовнішньої фіксації та уникнути кісткової пластики на подальших етапах лікування. Середній індекс зовнішньої фіксації (ІЗФ) становив 42,32 днів/см у групі пацієнтів, що лікувались за допомогою «поршневої техніки» та 58,85 днів/см у групі пацієнтів, що лікувались стандартним методом дистракційного остеосинтезу. І хоча дослідження має відносно не-

великий розмір вибірки та короткий період спостереження, ця нова комбінована методика дає можливість вдосконалення методів лікування пацієнтів з дефектами кісток нижніх кінцівок.

Також в останні роки була введена модифікація традиційної техніки транспортування кістки, яка передбачає використання інтрамедулярного стрижня у поєднанні з АЗФ за Ілізаровим. Отримані результати показали, що використання транспортування кістки через ІМС (інтрамедулярний стрижень) може ефективно зменшити тривалість використання зовнішнього фіксатора, при цьому зберігаючи усі переваги зовнішньої фіксації, включаючи високу швидкість зрощення для дефектів кістки критичного розміру [10]. Наступними перевагами даної методики є нижча вартість через коротший термін лікування, нижчий ризик ускладнень та більш швидка реабілітація. [11] Однак через одночасне використання апаратів внутрішньої та зовнішньої фіксації пацієнти мають великий ризик інфекційних ускладнень [12].

Комбіновані методики вимагають ретельного аналізу ситуації та передопераційної підготовки. Для фіксації кісткових дефектів, коли транспортування кістки є обов'язковим, імплантом вибору є зовнішня фіксація, яка замінює внутрішній фіксатор. Чи справді зовнішній фіксатор є заміною внутрішньої фіксації, чи діє як посилення внутрішньої фіксації визначити дуже важко, оскільки в складних ортопедичних ситуаціях зовнішній фіксатор корисний в обох ситуаціях [13]. Основною умовою для використання даної методики є інтрамедулярний канал, який в діаметрі діафіза має бути не менше 9 мм. На відміну від техніки подовження стегнової кістки через інтрамедулярний цвях, циркулярний зовнішній фіксатор є кращим для великогомілкової кістки, так як дозволяє контролювати осьові деформації, що можуть виникати в процесі лікування [14].

Якщо ж говорити про об'єктивні критерії успішності лікування, то вони наступні – Vas A. та ін. [11] отримали середній ІЗФ при традиційному підході за умови використання виключно зовнішнього фіксатора 1,85 місяця/см, а при транспортування через ІМС – середній показник, що був отриманий склав 0,55 місяців/см. Vilen FE та ін. [14] вказують середню величину подовження 5,9 см (від 2 до 8). Середній час зовнішньої фіксації у даному дослідженні становив 90 днів (від 38 до 265). Середній індекс зовнішньої фіксації становив 15,8 днів/см (від 8,9 до 33,1), а середній індекс загоєння кістки становив 38 днів/см (від 30 до 60).

Методика лікування кісткових дефектів з використанням АЗФ за Ілізаровим та імплантованим ІМС є цінним доповненням до арсеналу ортопеда

для вирішення проблеми дефектів стегнової та великогомілкової кісток, покращуючи комфорт пацієнта під час лікування та дозволяє уникнути ускладнень пов'язаних з тривалою зовнішньою фіксацією. Не менш важливою перевагою є можливість дозволити пацієнту переносити повну вагу відразу після процедури стикування, завдяки стабільності конструкції.

Зважаючи на ефективність оригінальної технології та її численні модифікації доведено, що методика Ілізарова має більшу ефективність при довжині дефекту великогомілкової кістки менше 12 см, тоді як перенесення вільної васкуляризованої малоомілкової кістки є більш ефективним при довжині дефекту великогомілкової кістки 12 см і більше [15].

Васкуляризований кістковий аутотрансплантат малоомілкової кістки

Використання васкуляризованої малоомілкової кістки — це загально прийнята хірургічна техніка, яка застосовується для відновлення великих (розміром >10 см) кісткових дефектів або тих, які не вдалось вилікувати традиційними методами трансплантації [16]. Проте використання вільного васкуляризованого фібулярного трансплантата як варіанту лікування таких великих дефектів є технічно складним і вимагає спеціальних навичок [17].

Було розроблено три різні варіанти використання васкуляризованого фібулярного трансплантата: один васкуляризований фібулярний трансплантат, двоствольна техніка та комбінація васкуляризованої малоомілкової кістки з алотрансплантатом, або так звана техніка Саранна [18].

Центральну частину діяфізу малоомілкової кістки забирають для більшості показань, оскільки дистальні 5 см кістки важливі у забезпеченні стабільності гомілковостопного суглоба. Проксимальні 5 см або хоча б на 2 см нижче шийки малоомілкової кістки також залишають для захисту малоомілкового нерва та збереження здатності кінцівки переносити вагу тіла. У деяких випадках може знадобитися трансплантат на 2-3 см довший за кістковий дефект, оскільки для фіксації може знадобитися накладання трансплантата на кістку [19]. У дорослих пацієнтів можна отримати трансплантат малоомілкової кістки розміром до 25–26 см.

Класичний одиночний васкуляризований фібулярний трансплантат через невідповідність поперечного перерізу має підвищені ризики до стресових переломів, особливо якщо використовувати цей метод на нижніх кінцівках. Щоб запобігти цьому ускладненню були розроблені такі методи,

як двоствольна техніка та техніка Саранна. Завдяки особливостям подвійної васкуляризації та загалом адекватному кровопостачанню малоомілкової кістки, двоствольна техніка передбачає, що фібулярний трансплантат може бути поперечно остеотомований для отримання двох частин. Ця процедура дозволяє подвоїти площу поперечного перерізу трансплантату і збільшити його здатність витримувати вагу. Однак довжина дефекту кістки, для якого можна використовувати цю техніка, не повинна перевищувати 13 см [18]. У дослідженні, що визначало стрес-навантаження для дефектів великогомілкової кістки розміром 15 см, стрес-навантаження було у 2 рази більшим, ніж для дефекту розміром 5 см при перенесенні одиночної вільної малоомілкової кістки, тоді як стрес за фон Мізесом суттєво не збільшувався при застосуванні двостволової техніки.

Отже, по можливості, довжина кістки для трансплантації не повинна перевищувати 15 см. При дотриманні цієї умови при вільному одиночному перенесенні малоомілкової кістки у поєднанні із зовнішньою фіксацією для лікування дефекту великогомілкової кістки, зменшується ризик перелому кісткового трансплантата та його незрощення через занадто високу напругу Фон Мізеса та зміщення між фрагментами перелому [20].

Саранна та ін. [21] описав методику реконструкції великих діяфізарних дефектів, яка поєднувала васкуляризований фібулярний трансплантат із звичайним алотрансплантатом. Нерідко використовують попередньо підготовані діяфізи довгих трубчастих кісток (стегнова, великогомілкова) з трепанаційним отвором для накладання мікросудинного анастомозу. Ідея полягає в тому, щоб підвищити механічні властивості алотрансплантата за допомогою біологічної активності васкуляризованого фібулярного трансплантата, таким чином прискоривши процес загоєння, мінімізуючи випадки незрощення та дозволяючи ранне навантаження на прооперовану кінцівку. Підвищення стабільності реконструкції за допомогою алотрансплантата скорочує час загоєння. Васкуляризований трансплантат малоомілкової кістки, зі свого боку, індукує ревазуляризацію діяфізарного сегмента опори, полегшуючи його перебудову. Крім того, хоча алотрансплантат, у певній мірі, забезпечує малоомілкову кістку захистом від механічних навантажень на початкових стадіях загоєння при цьому не перешкоджає гіпертрофії малоомілкової кістки, яка бере на себе функцію алотрансплантата, коли останній резорбується. Найбільш прийнятною методикою є розміщення малоомілкового трансплантата в інтрамедулярному каналі кістки, що забезпечує

тісний контакт між трансплантатом та «кісткою-господарем». Крім того, методика може бути виконана екстремедулярно (техніка onlay) для лікування незрощень, пов'язаних з ізольованими алотрансплантатами [21].

У літературі показано, що поєднання кількох типів технік призводить до меншої кількості ускладнень та забезпечує сукупну перевагу. Combal, A. та ін. [22] повідомляють про використання нової техніки «Сarasquelet», яка є першою, що оцінює поєднання двох основних методик лікування масивних дефектів кістки, а саме, техніки Саранпа та Masquelet. Автори отримали задовільні результати та досягли повного одужання у своїх пацієнтів, проте невелика вибірка пацієнтів та малий час спостереження змушує ставитись з обережністю до отриманих результатів. У довгостроковому спостереженні необхідно оцінити більшу когорту пацієнтів з акцентом на поведінці малогомількової кістки, резорбції алотрансплантата та подальших функціональних результатах.

На гомілці великогомілкова кістка є основною кісткою, що переносить вагу тіла, а малогомількова кістка виконує функцію місця для прикріплення м'язів, зв'язок та забезпечує стабільність гомілковостопного суглоба. Фібула переносить лише 15% ваги тіла, і тому майже 70% діафіза малогомількової кістки можна використати для переміщення з іпсилатерального боку. Так звана процедура Huntington та зокрема її модифікації (розташування кістки не медіально чи позаду великогомілкової кістки, а інтрамедулярно) надає свої переваги, оскільки не вимагає навичок мікрохірургічної техніки та відповідного інструментального забезпечення, виключає ускладнення з боку донорської ділянки, що дозволяє виконувати операцію в умовах з обмеженими ресурсами.

Основна умова, яка забезпечує можливість використання малогомількової кістки, як трансплантата – це гіпертрофія, тобто адаптація до перенесення ваги тіла у післяопераційний період. Середні значення гіпертрофії становлять 254% у ранній післяопераційний період та 340% – у пізній період. У ранній післяопераційний період спостерігається швидка гіпертрофія трансплантата, яка з часом припиняється.[16]

Як і будь-яке оперативне втручання, перенесення ВМГК має свої ускладнення. Зведений мета-аналіз частоти ускладнень при перенесенні вільної малогомількової кістки показав середнє значення частоти ускладнень 39,4% (34,4 – 44,4%). Найбільшою групою ускладнень були переломи, які виникли у 24% пацієнтів від загальної кількості пацієнтів з ускладненнями. Незрощення було відмічене загалом у 10,3% випадків, про сповільне-

ну консолідацію повідомлялось у 16,4%. Інфекції, як поверхневі так і глибокі, були зареєстровані в 11,8% від загальної кількості ускладнень. Тромбоз судин складав 5,3% та призвів до збільшення кількості оперативних втручань переважно з приводу некрозу клаптя. Ускладнення з місця забору трансплантата теж складає вагомий частку – до 10,7% від загальної кількості ускладнень, а саме: відмічалась контрактура I пальця стопи (28,2%), парестезії (15,4%), падіння стопи (12,8%), хронічний біль (10,9%), вальгусна деформація гомілки (7,6%), некроз шкіри (6,4%), проблеми з нервовими волокнами (6,4%), проблеми з сухожиллями (2,6%), нестабільність гомілковостопного суглоба (2,6%), часткова втрата трансплантата (2,6%), гематома (1,9%), післяопераційна грижа (1,3%), розходження країв рани (1,3%). Проте, переважна більшість ускладнень донорської ділянки (близько 90%) можуть бути вирішені без необхідності подальшого оперативного втручання [23].

Тривимірні металеві імпланти

Зі швидкими реформами та інноваціями біомедичних металевих матеріалів і адитивного виробництва (широко відомого як 3D-друк), виготовлення нестандартних каркасів з метою заміни традиційних кісткових замінників для відновлення критичних дефектів стало безпрецедентно доступним. Синтетичні металеві імпланти є відповідними кандидатами для підтримки початкової та тривалої механічної стабільності, оскільки їх жорсткість і структуру можна регулювати відповідно до вимог конкретного випадку. Покладаючись на 3D-друк, можна створити складну геометричну конфігурацію та мікроархітектуру майбутнього імплантата. Серед багатьох біомедичних металевих матеріалів титан (Ti) та його сплави мають більшу перевагу завдяки гарній біосумісності, прийнятній пластичності та задовільній механічній міцності, чудовій стійкості до корозії [24].

Для створення моделі першим кроком є КТ обстеження пацієнта за стандартними протоколами сканування. Примітно, що вища роздільна здатність, ніж зазвичай клінічно рекомендована для комп'ютерної томографії (КТ), підвищить точність як анатомічної моделі, так і дизайну каркаса. Згодом сегментація даних КТ-зображень виконується за допомогою спеціального програмного забезпечення. Рекомендується додавати будь-яке пристосування хірургічних методів фіксації (накладні пластини або інтрамедулярні цвяхи) до моделі анатомічного дефекту перед проектуванням каркаса. Також рекомендується використовувати у масштабі 1 до 1 анатомічні моделі ділянки кісткового дефекту з плановою (внутрішньою) фіксацією

та без неї, щоб фізично імітувати співставлення та точність каркаса. Каркас розробляється цифровим способом за допомогою програмного забезпечення: створюється базова 3D-форма, дещо змінюється, щоб відповідати пустоті в кістці, і стратегічно розміщується, щоб покрити та заповнити місце дефекту. У разі сегментарних дефектів і порожнеч правильної форми звичайною практикою є створення 3D-моделі контрлатеральної ділянки та використання дзеркальної версії цієї моделі для проектування каркаса. Однак при дефектах кістки, де потрібний більш складний підбір геометрії, реконструкція потребує ручного втручання. Після правильного розміщення базової форми виконується логічне віднімання (базова форма мінус модель дефекту). Це формує геометрію місця дефекту на базовій формі. Зовнішня поверхня скульптурної базової форми потім формується вручну (з використанням широкого спектру цифрових інструментів для моделювання сітки) навколо дефекту, щоб забезпечити належне покриття, щільне прилягання та відповідну товщину поверхні на протязі всього каркасу, щоб підтримувати стабільність. Результатом є дві 3D-моделі: дефектна кістка та частина каркаса, яка підходить до неї, аналогічно двом шматочкам 3D-пазла, які доповнюють один одного. Індивідуально спланований метод стабілізації дефекту, такий як інтрамедулярний цвях або накладний остеосинтез спеціалізованою пластиною, впливає на загальний дизайн каркаса. Крім того, частини каркаса повинні мати можливість вставлятися в порожнину дефекту, не перешкоджаючи існуючій структурі кістки [25].

Основна мета лікування великих кісткових дефектів – забезпечити швидке навантаження на уражену кінцівку.[26] Технологія 3D-друку з'явилася з метою скоротити час операції та підвищити ефективність хірургічної процедури, тобто скоротити час експозиції рани, зменшити дозу та/або час анестезії, і у свою чергу, мінімізувати ймовірність інфекції та хірургічних ускладнень як з боку основної рани так і з боку донорської ділянки [27]. Також на відміну від традиційних методів аутотрансплантації, технологія 3D-бюдруку може заощадити тижні передопераційної підготовки, що теж призводить до ранньої реабілітації та менших ускладнень після операції [28].

Проте якщо модель каркаса розроблена неправильно, це може призвести до негативних наслідків, таких як відмирання тканин, тривалий час загоєння та підвищений ризик інфекції, що і так є достатньо суттєвим, враховуючи розмір внутрішнього імплантат [29]. Слід відмітити і достатньо велику вартість даної технології враховуючи передопераційне планування, час витрачений хі-

рургом і суміжними спеціалістами та необхідність спеціалізованого обладнання.

Хоча в літературі зазначено про успішне лікування кісткових дефектів < 15 см даною методикою та вказано що пацієнти швидко відновлювались, навантажуючи кінцівку та повернулись до повсякденного життя, проте ці результати є короткостроковими. Терміни спостереження у цих дослідженнях близько двох років, а вибірки пацієнтів достатньо малі, що змушує з обачністю відноситись до отриманих результатів у цих дослідженнях. Як зазначають автори, запропонована інноваційна методика лікування є ефективним варіантом реконструкції критичних дефектів діафізарних кісток нижніх кінцівок, проте вимагає середньо та довгострокових досліджень та більшої вибірки хворих [24,30,31,32].

Ампутація

Огляд літератури присвячений критичним кістковим дефектам показує, що 80–90% піддаються реконструкції звичайними методами. До них відносяться вкорочення кінцівки, невазуляризований кістковий аутотрансплантат, відстрочений невазуляризований аутотрансплантат розміщений у мембрані Masquelet, дистракційний остеогенез і васкуляризована малогомілкова кістка з алотрансплантатом або без нього [25].

Лікування великого кісткового дефекту є вартісним, складним, не завжди з передбачуваним результатом і якщо пацієнт не бажає тривалого лікування, ампутація залишається єдиним варіантом. Початкова вартість ампутації значно нижча порівняно з відновленням кінцівки, але в довгостроковій перспективі витрати на обслуговування протезів значно вищі, ніж на успішну реконструкцію [16].

Ампутацію слід розглядати як варіант лікування, а не як неспроможність запропонувати життєздатне для кінцівки лікування. З появою сучасного протезування функціональні можливості людей з резидуальними кінцівками значно зросли. Ампутація може призвести до кращого функціонального результату, ніж погано врятована кінцівка в кінці довгого фінансового, емоційного та трудомісткого шляху відновлення. Рішення про рекомендацію ампутації має бути прийняте на ранній стадії, щоб отримати максимальну користь від лікування [33]. Функціональні результати серед пацієнтів суттєво не відрізняються між реконструкцією кінцівки та ранньою первинною ампутацією при мінімальному періоді спостереження в сім років, підкреслюючи необхідність оптимізації рішень сортування з метою уникнення непотрібних процедур реконструкції кінцівки та тривалого відстроченого

шляху до ампутації [34]. Рішення між збереженням кінцівок або радикальним лікуванням ґрунтується на оцінці шкали MESS, але що є більш важливим, ґрунтується на досвіді хірурга. У короткостроковій перспективі рання ампутація також призводить до зменшення кількості інфекцій і ускладнень загалом [35].

Показаннями до ранньої ампутації є наявність ушкоджень кісток або м'яких тканин, нервово-судинні пошкодження, які не підлягають реконструкції, значна втрата шкіри та м'яких тканин у підшовній ділянці стопи, майже повне травматичне відчленування, масивні розтрощення та консенсус на зустрічі мультидисциплінарної групи, консиліумі. Незважаючи на те, що кількість пацієнтів, яким проводяться операції з реконструкції кінцівок, експоненціально зростає за останні десятиліття завдяки прогресу в реконструктивних техніках, операція порятунку кінцівок все ще має значний ризик розвитку ускладнень та смертності. З іншого боку, рання ампутація дозволяє пацієнтам швидше відновлюватися, зменшує термін перебування в лікарні та знижує фінансові витрати. Однак, ампутація – це процедура, яка змінює життя і потребує значної функціональної корекції пацієнта. Таким чином, цілісна методологія, яка враховує усі змінні за допомогою мультидисциплінарного підходу при виборі методів хірургічного лікування пацієнтів зі складними травмами кінцівок, є обов'язковою. Пацієнта необхідно залучати до процесу прийняття клінічних рішень із самого початку, а його побажання завжди повинні враховуватися командою лікарів [36]. Доведено, що порятунок кінцівки є більш психологічно прийнятним і, отже, коли це можливо, слід намагатися врятувати травмовану кінцівку. Метою реконструкції нижньої кінцівки є досягнення стабільної фіксації скелета, адекватне покриття м'якими тканинами, що дало б найкращі результати щодо з'єднання кісток, сенсорної та моторної функції [37].

На завершення варто зазначити, що функціональна кінцівка, до прикладу, це може бути ампутація нижче коліна з раннім протезуванням, оскільки пацієнт із таким ступенем відновлення після важкої травми кінцівки, швидше за все повідомить про кращі функціональні результати, ніж пацієнт з нефункціональною кінцівкою, яку намагалися врятувати. Крім того, хоча ампутація кінцівки може дати кращі ранні функціональні результати за менших витрат на ранніх етапах, при комплексній оцінці протягом життя пацієнта, порятунок кінцівки забезпечує кращу функцію та нижчу загальну вартість лікування [36].

Висновки

Критичні діафізарні дефекти довгих трубчастих кісток є складною та відносно поширеною клінічною проблемою в ортопедичній хірургії. За своїм визначенням критичні дефекти є показанням до оперативного втручання, що призводить до мільйонів хірургічних процедур на рік у всьому світі, а віддалені результати часто обмежені високою частотою ускладнень та повторних операцій, з можливими незадовільними функціональними результатами [38,39]. Втрата кісткової тканини може бути наслідком дії різних травмуючих факторів: високоенергетичної цивільної травми, вогнепального чи осколкового поранення внаслідок військових дій, резекції пухлини, вроджених дефектів, резекції кістки через незрощення, некроз чи остеомієліт [40]. У цьому огляді представлені сучасні варіанти реконструкцій критичних кісткових дефектів, зокрема великогомілкової кістки. Лікування є складним завданням як для лікуючого хірурга так і для пацієнта та його оточення через труднощі загоєння, супутні ураження та високий ризик ускладнень, що зумовлює необхідність повторного втручання. У будь-якому випадку спочатку потрібно визначити наявність ускладнюючих факторів, таких як наявність інфекції чи пухлини, відновити втрачені м'які тканини, перш ніж розпочати заміщення дефекту. Процес тривалого лікування є складним для всіх його учасників і потребує повної довіри та співпраці пацієнта і оперуючого хірурга. Не менш важливим є правильний і оптимальний вибір методики лікування і використаної техніки. Проблеми, пов'язані з реконструкцією сегментарного дефекту, зумовлені структурною та функціональною важливістю довгих трубчастих кісток, а також високим механічним навантаженням на них, особливо на кістки нижніх кінцівок.

Мета цього огляду літератури полягала в тому, щоб зрозуміти потенціал і обмеження різних доступних хірургічних методів лікування, що використовуються для вирішення проблеми критичних дефектів, зосередившись на зрощенні, ускладненнях, повторному втручанні та частоті невдалих результатів. Основний висновок цього огляду полягає в тому, що різні методи лікування дають відповідні результати при усуненні критичних дефектів, але кожен з них має свої конкретні показання, сильні сторони та критичні аспекти. Незважаючи на загальну високу частоту остаточного зрощення, було виявлено і відносно високу частоту ускладнень та повторних хірургічних втручань з важливими відмінностями між різними методами лікування. Травматичні дефекти кісток створюють унікальні проблеми в лікуванні, тому

необхідний індивідуальний підхід для кожного конкретного пацієнта та відповідної клінічної ситуації. Правильний підхід слід обирати, розглядаючи кожного пацієнта окремо, зважуючи плюси та мінуси кожної методики, прагнучи досягти безпечних і відтворених результатів із низькою частотою повторного втручання. Існує безліч факторів, які впливають на результат лікування, і їх слід враховувати, обираючи метод лікування для кожного окремого пацієнта.

Враховуючи вище наведене, постає очевидна потреба в стандартизованих, належним чином розроблених порівняльних дослідженнях для пошуку найкращої клінічної практики в кожному конкретному випадку. По-перше, цей огляд задокументував, що для лікування критичних дефектів доступно багато варіантів, але жоден з них не є оптимальним рішенням з точки зору безпечних, задовільних і тривалих результатів, що спонукає до розробки кращих хірургічних стратегій. Крім того, при виборі найбільш оптимального методу для лікування необхідно враховувати багато аспектів, такі як результати первинного зрощення та часу до зрощення, а також ризики з точки зору ускладнень, повторних хірургічних втручань та частоти незадовільних результатів. В даному огляді підкреслені потенціали і обмеження різних варіантів лікування відповідно до різних клінічних сценаріїв, що могло б допомогти клініцистам зрозуміти переваги, недоліки та загалом найбільш відповідні варіанти при лікуванні критичних кісткових дефектів.

Конфлікт інтересів.

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів під час написання статті. Ця публікація не була, не є і не буде предметом комерційної зацікавленості в будь-якій формі.

Список скорочень:

Час зовнішньої фіксації – ЧЗФ

Індекс зовнішньої фіксації – ІЗФ

Інтрамедулярний стрижень – ІМС

Васкуляризована малоомілкова кістка – ВМГК

Комп'ютерна томографія – КТ

References:

1. Borzunov DY, Kolchin SN, Malkova TA. Role of the Ilizarov non-free bone plasty in the management of long bone defects and nonunion: Problems solved and unsolved. *World J Orthop.* 2020 Jun 18;11(6):304-318. doi: 10.5312/wjo.v11.i6.304.
2. Rohilla R, Wadhvani J, Devgan A, Singh R, Khanna M. Prospective randomised comparison of ring versus rail fixator in

- infected gap nonunion of tibia treated with distraction osteogenesis. *Bone Joint J.* 2016 Oct;98-B(10):1399-1405. doi: 10.1302/0301-620X.98B10.37946.
3. Miraj F, Nugroho A, Dalitan IM, Setyarani M. The efficacy of ilizarov method for management of long tibial bone and soft tissue defect. *Ann Med Surg (Lond).* 2021 Jul 31; 68:102645. doi: 10.1016/j.amsu.2021.102645.
4. Cao Z, Zhang Y, Lipa K, Qing L, Wu P, Tang J. Ilizarov Bone Transfer for Treatment of Large Tibial Bone Defects: Clinical Results and Management of Complications. *J Pers Med.* 2022 Oct 27;12(11):1774. doi: 10.3390/jpm12111774.
5. Aktuglu K, Erol K, Vahabi A. Ilizarov bone transport and treatment of critical-sized tibial bone defects: a narrative review. *J Orthop Traumatol.* 2019 Apr 16;20(1):22. doi: 10.1186/s10195-019-0527-1.
6. Li J, Li M, Wang W, Li B, Liu L. Evolution and Development of Ilizarov Technique in the Treatment of Infected Long Bone Nonunion with or without Bone Defects. *Orthop Surg.* 2022 May;14(5):824-830. doi: 10.1111/os.13218.
7. Liu Y, Yushan M, Liu Z, Liu J, Ma C, Yusufu A. Complications of bone transport technique using the Ilizarov method in the lower extremity: a retrospective analysis of 282 consecutive cases over 10 years. *BMC Musculoskelet Disord.* 2020 Jun 6;21(1):354. doi: 10.1186/s12891-020-03335-w.
8. Papakostidis C, Bhandari M, Giannoudis PV. Distraction osteogenesis in the treatment of long bone defects of the lower limbs: effectiveness, complications and clinical results; a systematic review and meta-analysis. *Bone Joint J.* 2013 Dec;95-B (12):1673-80. doi: 10.1302/0301-620X.95B12.32385.
9. Du J, Yin Z, Cheng P, Han P, Shen H. Novel piston technique versus Ilizarov technique for the repair of bone defect after lower limb infection. *J Orthop Surg Res.* 2021 Dec 4;16(1):704. doi: 10.1186/s13018-021-02844-1.
10. Amouzadeh Omrani F, Sarzaeem MM, Noorbakhsh M, Baroutkoub M, Afzal S, Barati H, et al. The Outcomes of Distraction Osteogenesis over an Intramedullary Nail for the Treatment of Bone Defects in Infectious Nonunions. *Arch Bone Jt Surg.* 2024;12(3):204-210. doi: 10.22038/ABJS.2023.73572.3407.
11. Bas A, Daldal F, Eralp L, Kocaoglu M, Uludag S, Sari S. Treatment of Tibial and Femoral Bone Defects With Bone Transport Over an Intramedullary Nail. *J Orthop Trauma.* 2020 Oct;34(10):e353-e359. doi: 10.1097/BOT.0000000000001780.
12. Wang Q, Ma T, Li Z, Zhang K, Huang Q. Bone transport combined with sequential nailing technique for the management of large segmental bone defects after trauma. *Front Surg.* 2024 Jan 18;11:1302325. doi: 10.3389/fsurg.2024.1302325.
13. Basu, S. (2022). External Fixator as an Augment and or Replacement of Internal Fixator. In: Banerjee, A., Biberthaler, P., Shanmugasundaram, S. (eds) *Handbook of Orthopaedic Trauma Implantology.* Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-15-6278-5_19-1
14. Bilen FE, Kocaoglu M, Eralp L, Balci HI. Fixator-assisted nailing and consecutive lengthening over an intramedullary nail for the correction of tibial deformity. *J Bone Joint Surg Br.* 2010 Jan;92(1):146-52. doi: 10.1302/0301-620X.92B1.22637.
15. Ren GH, Li R, Hu Y, Chen Y, Chen C, Yu B. Treatment options for infected bone defects in the lower extremities: free vascularized fibular graft or Ilizarov bone transport? *J Orthop Surg Res.* 2020 Sep 24;15(1):439. doi: 10.1186/s13018-020-01907-z.
16. Agarwal P, Savant R, Sharma D. Huntington's procedure revisited. *J Clin Orthop Trauma.* 2019 Nov-Dec;10(6):1128-1131. doi: 10.1016/j.jcot.2019.06.011.

17. Gannamani S, Rachakonda KR, Tellakula Y, Takkalapally H, Maryada VR, Gurava Reddy AV. Combining non-vascularized fibula and cancellous graft in the masquelet technique: A promising approach to distal femur compound fracture management with large defects. *Injury*. 2023 Nov 22;55(2):111233. doi: 10.1016/j.injury.2023.111233.
18. Migliorini F, La Padula G, Torsiello E, Spiezia F, Oliva F, Maffulli N. Strategies for large bone defect reconstruction after trauma, infections or tumour excision: a comprehensive review of the literature. *Eur J Med Res*. 2021 Oct 2;26(1):118. doi: 10.1186/s40001-021-00593-9.
19. Taqi M, Raju S. *Fibula Free Flaps*. 2022 Sep 26. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan.
20. Chen H, Zhang Y, Xia H, Wang F, Li Z, Chen X. Stability of tibial defect reconstruction with fibular graft and unilateral external fixation: a finite element study. *Int J Clin Exp Med*. 2014 Jan 15;7(1):76-83.
21. Lavía KF, Izquierdo Ó, Boccolini HS, Hernández R, Pérez G, Andrés M, Panadero M. Treatment of a case of septic tibial nonunion by the Capanna technique. *Trauma Case Rep*. 2023 Aug 14; 47:100912. doi: 10.1016/j.tcr.2023.100912.
22. Combal A, Thuau F, Fouasson-Chailloux A, Arrigoni PP, Baud'huin M, Duteille F, et al. Preliminary Results of the «Capasquelet» Technique for Managing Femoral Bone Defects-Combining a Masquelet Induced Membrane and Capanna Vascularized Fibula with an Allograft. *J Pers Med*. 2021 Aug 9;11(8):774. doi: 10.3390/jpm11080774.
23. Feltri P, Solaro L, Errani C, Schiavon G, Candrian C, Filaro G. Vascularized fibular grafts for the treatment of long bone defects: pros and cons. A systematic review and meta-analysis. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2023 Jan;143(1):29-48. doi: 10.1007/s00402-021-03962-5.
24. Liu B, Hou G, Yang Z, Li X, Zheng Y, Wen P, et al. Repair of critical diaphyseal defects of lower limbs by 3D printed porous Ti6Al4V scaffolds without additional bone grafting: a prospective clinical study. *J Mater Sci Mater Med*. 2022 Sep 14;33(9):64. doi: 10.1007/s10856-022-06685-0.
25. Laubach M, Suresh S, Herath B, Wille ML, Delbrück H, Alabdulrahman H, et al. Clinical translation of a patient-specific scaffold-guided bone regeneration concept in four cases with large long bone defects. *J Orthop Translat*. 2022 Jun 16; 34:73-84. doi: 10.1016/j.jot.2022.04.004.
26. Crovace AM, Lacitignola L, Forleo DM, Staffieri F, Francioso E, Di Meo A, et al. 3D Biomimetic Porous Titanium (Ti6Al4V ELI) Scaffolds for Large Bone Critical Defect Reconstruction: An Experimental Study in Sheep. *Animals (Basel)*. 2020 Aug 11;10(8):1389. doi: 10.3390/ani10081389.
27. Lin K, Sheikh R, Romanazzo S, Roohani I. 3D Printing of Bioceramic Scaffolds-Barriers to the Clinical Translation: From Promise to Reality, and Future Perspectives. *Materials (Basel)*. 2019 Aug 21;12(17):2660. doi: 10.3390/ma12172660.
28. Li L, Shi J, Ma K, Jin J, Wang P, Liang H, et al. Robotic in situ 3D bio-printing technology for repairing large segmental bone defects. *J Adv Res*. 2020 Nov 25; 30:75-84. doi: 10.1016/j.jare.2020.11.011.
29. Chinnasami H, Dey MK, Devireddy R. Three-Dimensional Scaffolds for Bone Tissue Engineering. *Bioengineering (Basel)*. 2023 Jun 25;10(7):759. doi: 10.3390/bioengineering10070759.
30. Hou G, Liu B, Tian Y, Liu Z, Zhou F. Reconstruction of Ipsilateral Femoral and Tibial Bone Defect by 3D Printed Porous Scaffold Without Bone Graft: A Case Report. *JBJS Case Connect*. 2022 Jan 5;12(1): e20.00592. doi: 10.2106/JBJS.CC.20.00592.
31. Guder WK, Harges J, Nottrott M, Podleska LE, Streitbürger A. Highly Cancellous Titanium Alloy (TiAl6V4) Surfaces on Three-Dimensionally Printed, Custom-Made Intercalary Tibia Prostheses: Promising Short- to Intermediate-Term Results. *J Pers Med*. 2021 Apr 28;11(5):351. doi: 10.3390/jpm11050351.
32. Tetsworth K, Woloszyk A, Glatt V. 3D printed titanium cages combined with the Masquelet technique for the reconstruction of segmental femoral defects: Preliminary clinical results and molecular analysis of the biological activity of human-induced membranes. *OTA Int*. 2019 Mar 12;2(1): e016. doi: 10.1097/OI9.0000000000000016.
33. Ferreira N, Tanwar YS. Systematic Approach to the Management of Post-traumatic Segmental Diaphyseal Long Bone Defects: Treatment Algorithm and Comprehensive Classification System. *Strategies Trauma Limb Reconstr*. 2020 May-Aug;15(2):106-116. doi: 10.5005/jp-journals-10080-1466.
34. Tsang SJ, Ferreira N, Simpson AHRW. The reconstruction of critical bone loss: the holy grail of orthopaedics. *Bone Joint Res*. 2022 Jun;11(6):409-412. doi: 10.1302/2046-3758.116. BJR-2022-0186.
35. Barla M, Gavanier B, Mangin M, Parot J, Bauer C, Mainard D. Is amputation a viable treatment option in lower extremity trauma? *Orthop Traumatol Surg Res*. 2017 Oct;103(6):971-975. doi: 10.1016/j.otsr.2017.05.022.
36. Okereke I, Abdelfatah E. Limb Salvage Versus Amputation for the Mangled Extremity: Factors Affecting Decision-Making and Outcomes. *Cureus*. 2022 Aug 18;14(8): e28153. doi: 10.7759/cureus.28153.
37. Mahajan RK, Srinivasan K, Singh M, Jain A, Kapadia T, Tambotra A. Management of Post-Traumatic Composite Bone and Soft Tissue Defect of Leg. *Indian J Plast Surg*. 2019 Jan;52(1):45-54. doi: 10.1055/s-0039-1688097.
38. Stanovici J, Le Nail LR, Brennan MA, Vidal L, Trichet V, Rosset P, Layrolle P. Bone regeneration strategies with bone marrow stromal cells in orthopaedic surgery. *Curr Res Transl Med*. 2016 Apr-Jun;64(2):83-90. doi: 10.1016/j.retram.2016.04.006.
39. Nauth A, Schemitsch E, Norris B, Nollin Z, Watson JT. Critical-Size Bone Defects: Is There a Consensus for Diagnosis and Treatment? *J Orthop Trauma*. 2018 Mar. doi: 10.1097/BOT.0000000000001115.
40. McClure PK, Abouei M, Conway JD. Reconstructive Options for Tibial Bone Defects. *J Am Acad Orthop Surg*. 2021 Nov 1;29(21):901-909. doi: 10.5435/JAAOS-D-21-00049.

Main Surgical Methods of Critical Tibial Bone Defects Replacement (Literature Review). Part II

Hrytsai M.P.¹, Kolov H.B.¹, Sabadosh V.I.¹, Vyderko R.V.¹, Polovyi A.S.¹, Hutsailiuk V.I.¹
¹SI «Institute of Traumatology and Orthopedics of NAMS of Ukraine», Kyiv

Summary. *This part of literature review is devoted to the main methods of critical bone defects replacement of the tibia, which cannot be repaired by using bone autoplasty. A search in the PubMed database for the period 2010 - 2023 was carried out, with preference given to the material from the last 5 years; the advantages and disadvantages of the most popular methods of treatment are shown. This article provides a descriptive, non-systematic review of the current literature on methods of tibial bone defect replacement and possible directions for future research. A thorough search in the PubMed database was performed using relevant search terms, with peer-reviewed articles in English identified and evaluated. No strict inclusion or exclusion criteria were used to select articles for a full-text review. Instead, a subjective assessment of the relevance of individual articles to the overall narrative and surgical techniques review was made, which ultimately resulted in 40 articles being referenced.*

Key words: *bone defect; critical defect; tibia; bone autoplasty; Masquelet technique; Ilizarov apparatus; vascularized fibular graft.*

Епідеміологія, класифікації та лікування переломів стегнової та великої гомілкової кісток навколо ендопротезованого колінного суглоба (огляд літератури)

Зазірний І.М.¹✉

Резюме. Перипротезні переломи навколо тотального ендопротезу колінного суглоба (ТЕПКС) важко лікувати через складну морфологію переломів, високу частку пошкоджень, пов'язаних з остеопенією і різноманітність характеру травм. Перипротезні переломи, пов'язані з ТЕПКС, визначаються як переломи навколо колінного суглоба (стегнової кістки, великогомілкової кістки або надколінка), що відбуваються в межах 5 см від інтрамедулярної ніжки протеза або 15 см від суглоба. Поширеність захворювання оцінюється від 0,3 до 2,5% після первинного ТЕПКС та до 28% після ревізійного ТЕПКС. Існує кілька хірургічних і нехірургічних факторів ризику, пов'язаних з післяопераційним перипротезним переломом. Перипротезні переломи дистального епіметафізу стегнової кістки є найпоширенішими при ТЕПКС, як повідомляється, у 0,2–1,8% пацієнтів після первинного ТЕПКС. Перипротезні переломи великогомілкової кістки мають поширеність у 0,07–0,1% при первинному та 0,36% при ревізійному ендопротезуванні колінного суглоба. Переломи надколінка є другим найбільш поширеним перипротезним переломом після переломів дистального епіметафізу стегнової кістки з поширеністю від 0,68 до 1,19% і зазвичай пов'язані з відновленням поверхні надколінка. Опубліковано кілька класифікацій перипротезних переломів навколо протезованого колінного суглоба та наведено деякі рекомендації щодо лікування. Однак більшість класифікацій піддаються критиці і використовують різні системи класифікації для великої гомілкової та стегнової кістки і надколінка. Для перипротезних переломів доступні різні методи лікування. Консервативне лікування може включати обмеження навантаження, іммобілізацію чи скелетний витяг. Оперативне лікування зазвичай включає закритий інтрамедулярний остеосинтез або відкриту репозицію та внутрішню фіксацію пластинами. У випадках значної втрати кісткової тканини може бути показано ревізійне ТЕПКС. В цілому, лікування необхідно визначати на основі стабільності імплантату та якості навколишньої кісткової тканини, що визначається наявністю остеолізу та розташуванням перелому.

Ключові слова: ендопротезування колінного суглоба, стегнова кістка, великогомілкова кістка, переломи.

Вступ

Переломи стегнової та великої гомілкової кісток навколо ендопротезованого колінного суглоба (ТЕПКС) є складною проблемою як для хворих так і для ортопедів-травматологів. У зв'язку з тим, що зростає кількість ТЕПКС в популяції, очікується значне розповсюдження цієї патології. В англійській літературі такі переломи називаються перипротезними, тому ми в роботі будемо притримуватись цієї назви і відповідного скорочення (пе-

рипротезні переломи – ППП). Ці переломи часто виникають на фоні остеопорозу, мають складну морфологію і є результатом різноманітних видів травм.

Перипротезні переломи (ППП) пов'язані з тотальним ендопротезуванням колінного суглоба (ТЕПКС), визначаються як переломи навколо колінного суглоба (стегнової кістки, великогомілкової кістки або надколінка), що виникають в межах 5 см від вершини інтрамедулярної ніжки протеза або 15 см від суглобової щілини [1].

ППП стегнової кістки належать до тяжких післяопераційних ускладнень після ТЕПКС. Поряд зі збільшенням кількості ТЕПКС та подовженням

✉ Зазирний І.М., zazirny@ukr.net

¹Центр ортопедії, травматології та спортивної медицини Клінічної лікарні «Феофанія» ДУС, Київ, Україна

тривалості життя пацієнтів після ТЕПКС також зростає частота ППП стегнової кістки [2-5]. Правильне лікування та консолідація ППП стегнової кістки має важливе значення через суттєвий вплив цих переломів на прогноз і якість життя пацієнтів [4-7].

Проте лікування ППП стегнової кістки залишається складним через похилий вік пацієнтів з наявністю коморбідної патології. Стабільна фіксація перелому технічно складна через остеопороз, що призводить до низької якості кістки. Нестабільність суглоба виникає при пошкодженні колатеральних зв'язок, що ускладнює перелом, і це іноді потребує ревізійної операції [8].

ППП великогомілкової кістки зустрічаються не так часто, як ППП стегнової кістки. Переломи великогомілкової кістки можуть виникнути під час операції або після неї.

Фактори ризику остеопоротичних переломів також підвищують ризик перипротезних переломів великогомілкової кістки. Специфічними факторами ризику ППП великогомілкової кістки є ревізійне ТЕПКС, розмір тібіального компонента, довжина ніжки компонента, вентралізація і проксималізація горбистості великогомілкової кістки, атипична анатомія великогомілкової кістки, нестабільність, тип фіксації та неправильне розташування [9]. Менший розмір тібіального компоненту та проксималізація горбистості великогомілкової кістки пов'язані з підвищеним ризиком інтраопераційних переломів [10].

Ці ППП складно лікувати і для їх лікування необхідно враховувати кілька факторів: розташування переломів, морфологія перелому та стабільність імплантату. Залежно від профілю перелому можливе як консервативне, так і оперативне лікування.

Оскільки кількість ТЕПКС, що виконується щороку продовжує збільшуватися, очікується, що кількість післяопераційних ППП навколо ТЕПКС також зросте. Враховуючи збільшення тривалості життя та поширеність остеопорозу та коморбідної патології протягом останніх десятиліть, ці види травм швидко стають більш поширеними, щорічно зростаючи на 13% [11].

Системний підхід до лікування має першочергове значення для отримання найкращих результатів. Розташування перелому, стабільність імплантату та залишкова кісткова тканина є критичними факторами, які слід враховувати. Ретельна клінічна оцінка, адекватна візуалізація, швидкий початок лікування, ретельне передопераційне планування та правильна хірургічна техніка є важливими факторами для успішного лікування цих складних травм. Однак, навіть за оптимального клінічного лікування ППП після ТЕПКС, частота ускладнень сягає до 40% і смертність до 18% через 1 рік, що вище, ніж при первинних ТЕПКС або при дистальних переломах стегнової кістки без асоціації з ТЕПКС [12].

Частота виникнення перипротезних переломів

Кілька публікацій оцінюють захворюваність ППП від 0,3 до 2,5% після первинного ТЕПКС та до 28% після ревізійного ТЕПКС. Вивчивши дані Шотландського національного реєстру ТЕПКС, Meek et al. [9] оцінили ризик післяопераційного ППП в 0,6% протягом перших 5 років після первинного ТЕПКС та 1,7% – після ревізійної ТЕПКС. Оцінки продовжуватимуть змінюватися відповідно до збільшення обсягів ревізійного ТЕПКС та старіння населення. Більшість цих переломів виникає навколо стегнового компоненту, тоді як ураження надколінка або великогомілкової кістки зустрічається рідше. Частота ППП стегнової кістки становить приблизно 1,8%, тоді як переломи надколінка трапляються у 0,68% пацієнтів [13]. ППП великогомілкової кістки зустрічаються у 0,4% випадків первинного ТЕПКС та в 0,9% випадків ревізійного ТЕПКС [14].

Фактори ризику перипротезних переломів

В літературних джерелах розрізняють кілька хірургічних і нехірургічних факторів ризику пов'язаних з післяопераційним ППП.

Найважливішим і добре відомим фактором схильності до ППП після ТЕПКС є остеопороз [15], що пов'язаний насамперед із похилим віком пацієнтів, які перенесли ТЕПКС. Хронічне використання кортикостероїдів і ревматоїдний артрит також сприяють остеопоротичним змінам [15]. Фактори, пов'язані з протезуванням, у тому числі наявність стресових перевантажень, вогнищового остеолізу, жорсткість колінного суглоба та попереднє ревізійне ендпротезування також підвищують ризик ППП. Серед цих факторів добре доведено, що передній надріз стегнової кістки (дорзальне розміщення феморального компоненту з пошкодженням кортикального шару стегнової кістки в дистальному епіметафізі (ДЕМ) підвищує ризик ППП стегнової кістки після ТЕПКС [16]. Неврологічні аномалії, включаючи поліомієліт, хворобу Паркінсона та церебральний параліч, також відомі як потенційні фактори ризику [14]. Meek et al. [9] виявили підвищений ризик ППП до 1,7% при ревізійному ТЕПКС порівняно з 0,6% при первинному ТЕПКС. Singh et al. [17] виявили подібні результати, повідомляючи про частоту ППП в 1,1% у 17 633 первинних ТКА та 2,5% у 4090 ревізійних ТЕПКС.

Фактори ризику включають видалення імплантату після попередньої операції, попередню остеотомію, попередню обробку надколінка, неправильне розташування імплантату, нестабільність, певну конструкцію імплантату та використання імплантатів із обмеженням рухів [18, 19]. Серед

хірургічних факторів ризику ревізійна операція була визначена як незалежний фактор ризику.

Основними нехірургічними факторами ризику є збільшення віку, остеопороз, велика кількість супутніх захворювань і підвищений ризик падіння, особливо у пацієнтів жіночої статі. Meek et al. виявили, що ризик отримання перипротезного перелому був у 1,6 рази вищий у пацієнтів віком старше 70 років порівняно з тими, хто молодше 70 років, і в 2,3 рази вищий у пацієнтів жіночої статі [9]. Цукровий діабет може впливати на стабільність і сприяти повторним падінням [20]. Запальні артропатії та неврологічні захворювання, включаючи епілепсію, хворобу Паркінсона, поліомієліт та міастенію, підвищують ризик ППП, як і хронічне застосування стероїдної терапії [9, 19].

ППП ДЕМ стегнової кістки є найпоширенішими при ТЕПКС і як повідомляється, виникають у 0,2–1,8% пацієнтів після первинної ТКА [21,22]. Жінки та пацієнти похилого віку з остеопоротичними змінами кісток піддаються найбільшому ризику цих травм [23]. Додаткові фактори ризику включають використання стероїдів, ревматоїдний артрит, ревізійне хірургічне втручання, неврологічні аномалії та надріз переднього кортикального шару ДЕМ стегнової кістки [24, 25]. Результати деяких досліджень показали відсутність ефекту надрізу ДЕМ стегнової кістки [16]; однак результати інших повідомили, що у пацієнтів із надрізом переднього кортикального шару ДЕМ стегнової кістки переломи виникали частіше, ніж у пацієнтів без таких надрізів [24]. Імпланти з обмеженням рухів і невідповідність розмірів металевого імплантату і кістки, також можуть спричинити переломи дистального відділу стегнової кістки.

ППП великогомілкової кістки мають поширеність 0,07–0,1% при первинному [26,27] і 0,36% при ревізійному ТЕПКС [27]. Нещодавній систематичний огляд виявив лише 13 статей, у тому числі 144 випадків ППП великогомілкової кістки [14], причому 102 з цих випадків були описані в одній роботі, що була опублікована ще в 1997 р. [27]. Інтраопераційні переломи великогомілкової кістки виникли в 4,9% ревізійних ендопротезів колінного суглоба з використанням прес-фіт подовжуючих ніжок [28]. Інтраопераційні переломи плато великогомілкової кістки пов'язані з агресивним введенням компонентів, остеотомією горбка великогомілкової кістки та ревізійними операціями [14]. Ризик післяопераційного перелому може бути збільшений за умови варусного розміщення великогомілкового компонента або ослаблених імплантатів [29].

Незважаючи на те, що ППП надколінка не є поширеними і зазвичай пов'язані з встановленням імпланту надколінка, вони є другим за частотою ППП після ТЕПКС [30], з поширеністю від 0,68–1,19% [31]. Кілька інших факторів ризику також підвищують ризик перелому надколінка. Ревізійна операція особливо

важлива, оскільки вона подвоює ризик порівняно з первинною ТЕПКС. Конструкція компонента надколінка, травма, надмірна резекція, дуже тонкий залишок надколінка, використання латерального релізу, пошкодження кровопостачання надколінка та супутні захворювання пацієнта можуть бути факторами ризику, які необхідно брати до уваги. Переломи надколінка частіше діагностуються протягом перших років після операції з інтактним механізмом розгинання та нещільним компонентом надколінка [13,31]. Стан розгинального апарату та надколінного компонента мають важливе значення для вибору адекватного лікування. Добре, що ці порушення роботи розгинального механізму зустрічається не часто. Варіанти лікування включають консервативне лікування, відкриту репозицію і внутрішню фіксацію, часткове або повне видалення надколінка або видалення компонента [32].

Класифікація перипротезних переломів

В багатьох публікаціях описано декілька систем класифікації післяопераційних ППП навколо колінного суглоба та наведено рекомендації щодо їх лікування. Однак більшість систем класифікації піддаються критиці, оскільки вони не враховують такі фактори, як якість кісткової тканини, що залишилася, наявність розхитування перед виникненням перелому, або використовують різні системи класифікації для великогомілкової та стегнової кісток [19]. Крім того, вони не враховують усі травми навколо коліна, оскільки більшість із них були розроблені на основі конкретного перелому.

Ванкуверська класифікація перипротезних переломів, спочатку описана для проксимального відділу стегнової кістки при тотальному ендопротезуванні кульшового суглоба, є міжнародно перевіреною та широко прийнятою системою класифікації, яка спрямована на подолання цих недоліків, використовуючи просту та стандартизовану систему для опису перипротезних переломів (табл. 1). Цю класифікацію було поширено на всі інші суглоби як універсальну систему класифікації та прийнято АО і щорічною Бостонською міжнародною травматологічною конференцією [33].

Для дистальних переломів стегнової кістки були запропоновані різні системи класифікації. Найперша класифікація, яку Neer et al. опублікували в 1967 році, описує величину зміщення нативних і перипротезних дистальних переломів стегнової кістки [33]. У 2006 році Su et al. [35] запропонували класифікацію, засновану на локалізації перелому відносно протеза. Поширеною системою класифікації є Lewis – Rorabeck (табл. 2) [36]. У цій системі переломи типів I і II є переломами без зміщення або зміщенням відповідно з добре фіксованим компонентом. До переломів III типу відносяться випадки з нестабільним компонентом та зміщенням кісткових фрагментів. У той час як лікування має бути

Ванкуверська класифікація перипротезних переломів

Тип	Опис	Лікування
A	Біля прикріплення м'язів	Можна лікувати хірургічним або нехірургічним шляхом, залежно від величини пошкодження м'яких тканин і стабільності колінного суглоба
B	Охоплює ложе імплантату: перелом поширюється на зону контакту кістки з імплантом	
B1	Імплант добре зафіксований	Репозиція і фіксація
B2	Імплантат розхитаний	Ревізійна зміна компонента
B3	Імплантат розхитаний, а кісткова тканина погана	Ревізійна зміна компонента
C	Перелом віддалено від імплантату	Репозиція і фіксація

індивідуальним для пацієнта та характеру перелому, лікування можна визначати на основі стабільності імплантату та якості кістки, що визначається наявністю остеолізу та розташуванням перелому.

Таким чином, дві найвідоміші системи класифікації, описані Su et al. і Lewis – Rorabeck, використовуються для дистальних переломів стегнової кістки, але не для переломів великогомілкової кістки або надколінка [35,36]. Класифікація Su враховує положення перелому, пов'язаного зі стегновим імплантатом, але не включає стан фіксації стегнового імплантату чи доступної кісткової тканини. Класифікація Lewis – Rorabeck включає зміщення перелому та фіксацію стегнового імплантату, але не враховує наявну кісткову тканину. Однак Ванкуверська класифікація не враховує стан механізму розгинання.

Тому переломи надколінка краще класифікувати за класифікацією Ortiguera and Berry. Ця система враховує цілісність розгинального механізму, стабільність імплантату та якість решти кісткової тканини [13].

Таблиця 2

Класифікація Lewis – Rorabeck перипротезних переломів дистального відділу стегнової кістки [36]

	Компонент	Зміщення перелому
I	Стабільний	-
II	Стабільний	+
III	Нестабільний	+/-

Ідентифікація та характеристика типу перелому великогомілкової кістки після ТЕПКС є обов'язковою умовою прийняття клінічного рішення. Найбільш часто цитована система класифікації, яка використовується для ППП проксимального епіметафізу великогомілкової кістки, це класифікація Felix. Felix et al. [27] в 1997 році описали систему класифікації ППП великогомілкової кістки на основі 102 таких переломів. Система класифікації описує чотири типи переломів на основі розташування. Існує три підкатегорії на основі фіксації компонента, його стабільності та часу від пошкодження (тобто інтраопераційний, післяопераційний):

Тип I: переломи, що виникають на межі імплантат-плато.

Тип II: переломи, що виникають в метадіафізі поруч з діафізом.

Тип III: переломи, що виникають дистально від імплантату (і по суті є переломами діафіза великогомілкової кістки).

Тип IV: Переломи горбистості великогомілкової кістки.

Перелом підтипу A включає стабільні компоненти. У той час як переломи підтипу B включають нестабільний компонент великогомілкової кістки, а переломи підтипу C виникають під час інтраопераційної процедури.

Класифікація Ortiguera and Berry [13] є однією, що найбільш використовується, оскільки вона враховує цілісність механізму розгинання, стабільність імплантату та якість решти кісткової тканини. Виходячи з цих аспектів, він описує три типи переломів з двома підтипами:

Переломи I типу — це переломи з інтактним розгинальним механізмом і добре фіксованим імплантатом.

Переломи II типу — це переломи з порушенням розгинального механізму, з імплантатом, який може бути або добре зафіксованим, або ослабленим.

Переломи III типу — це переломи з непошкодженим розгинальним механізмом і ослабленим імплантатом. Вони можуть бути класифіковані як III a, якщо є достатній запас кісткової тканини надколінка, або III b для тих, хто має поганий запас кісткової тканини. Поганий запас кістки визначався як товщина менше 10 мм або подрібнення, яке зробило б кістку непридатною для ревізії або фіксації (таблиця 3).

Таблиця 3

Класифікація Ortiguera and Berry перипротезних переломів надколінка [13]

	Стабільність імплантату	Розгинальний механізм
I	Стабільний	Неушкоджений
II	+/-	Порушений
III	Нестабільний	Неушкоджений

Лікування

Для перипротезних дистальних переломів стегнової кістки доступні різні методи лікування. Консервативне лікування може включати обмеження навантаження, фіксацію шиною або скелетне витягання. Оперативне лікування зазвичай включає відкриту репозицію і внутрішню фіксацію пластиною або інтрамедулярний остеосинтез. У випадках значної втрати кісткової маси може бути показано дистальне ендопротезування стегнової кістки (застосування мегапротезу). У той же час лікування має бути індивідуальним для пацієнта з урахуванням характеру перелому. Лікування ППП можна визначити на основі стабільності імплантату та якості залишкової кістки, що визначається наявністю остеолізу та розташуванням перелому [37]. Консервативне лікування зазвичай проводиться при переломах без зміщення зі стабільним протезом. Проте були повідомлення про зміщені осколкові перипротезні надвиросткові переломи стегнової кістки, які успішно лікували за допомогою іммобілізації шиною та скелетного витягання [38].

Повідомляється, що результати безопераційного лікування різноманітні. Saidi K. et al. [39] розглянули 195 надвиросткових переломів стегнової кістки та повідомили про 83% позитивних результатів при консервативному лікуванні ППП без зміщення.

Вважається добрим результатом для ППП ДЕМ стегнової кістки більш ніж 90° згинання гомілки, менше 2 см вкорочення, менше 5° деформації стегнової кістки в фронтальній проекції та менше 10° деформації у сагітальній проекції [37]. Vemulapalli KC et al. повідомили про 25 випадків ППП, які було проведено лікування із застосуванням інтрамедулярного цвяха, демонструючи хороші функціональні результати із середнім кутом згинання гомілки 111°, оцінкою за шкалою колінного товариства (KSS) 81,5 балів і та шкалою WOMAC (Western Ontario McMaster Osteoarthritis Index) 30,2 балів. Виявлена частота рентгенологічного зрощення коливається від 71 до 100% [40]. Систематичний огляд не виявив різниці щодо частоти незрощень і вторинних операцій, порівнюючи результати застосування інтрамедулярного остеосинтезу та результати застосування накісткового остеосинтезу з пластинами з кутною стабільністю [38]. Однак нещодавно Hofmann MF et al. [24] повідомили про кращу частоту зрощення переломів при порівнянні результатів у групі хворих з інтрамедулярним остеосинтезом порівняно з групою хворих, яким було застосовано пластили з кутною стабільністю (91% проти 81%).

Дистальне ендопротезування стегнової кістки

Мегапротез із дистальним ендопротезуванням стегнової кістки розглядається у пацієнтів зі слабкою кістковою тканиною або значною втратою кісткової тканини, яка не піддається стабільній фіксації. Це хороший варіант, оскільки для фіксації має бути лише діафізарна кістка. Заміщення дистального епіметафіза стегнової кістки також дозволяє негайне або раннє навантаження та пов'язане з хорошим діапазоном рухів. Недоліками цієї процедури є необхідність ревізії великогомілкового компонента, більше часу на хірургічне втручання та висока вартість імплантату [39].

У більшості хворих досягнуто високий рівень задоволеності після застосування мегапротезу із заміщенням пошкодженої частини стегнової кістки [41]. При порівнянні результатів виявлено, що середні показники KSS склали від 82,8 до 88 після ендопротезування ДЕМ стегнової кістки для ППП стегнової кістки [30,41]. Результати також продемонстрували відсутність ознак лізису кісткової тканини навколо цих імплантатів при їх використанні для лікування ППП [30]. Однак частота ускладнень при застосуванні мегапротезів після ППП досягає 64% [39], причому до 55% випадків потребують ревізії. Ревізія найчастіше показана у випадках механічного пошкодження імпланту та при розвитку інфекції [42]. А як повідомили Windhager R. et al. рівень смертності після застосування мегапротезу із заміщенням частини стегнової кістки при ППП досягає 36% [42].

Лікування переломів надколінка

Ortiguera and Berry [13] запропонували алгоритм лікування переломів надколінка після ТЕПКС на основі їх класифікації (табл. 3). Переломи типу I, які за своєю суттю є стабільними, можна лікувати консервативно. У даній серії спостережень лише у 1 з 38 переломів типу I не досягнуто зрощення, а решта мали фіброзне зрощення (16 з 38), або кісткове зрощення (21 з 38) [13]. Переломи II типу з порушенням розгинального механізму вимагають відновлення розгинального механізму або відкриту репозицію і внутрішню фіксацію, або часткову чи повну пателлектомію. Це важкі операції з високим рівнем ускладнень. У іншій роботі Agarwal et al. [1] лікували 3 переломи надколінка II типу за допомогою відкритої репозиції і внутрішньої фіксації за допомогою петлі з дроту. У всіх цих випадках зрощення за даними рентгенологічного обстеження відбулося в середньому через 21 тиждень і хворі мали середнє зменшення розгинання гомілки 5°.

Переломи III типу потребують оперативного лікування. Пропонується ендопротезування надколінка (пателлопластика) та ревізія компонентів, якщо є хороша кісткова тканина (тип III а). У випадках з

остеопорозною кістковою тканиною (тип III b) можна застосувати повну пателлектомію. Алотрансплантат розгинального механізму (фрагмент сухожилку чотириголового м'язу стегна з надколінком та власною зв'язкою надколінка та кістковим блоком горбистості великогомілкової кістки) є варіантом для пацієнтів з пошкодженим розгинальним механізмом колінного суглоба. Однак це технічно складна процедура з частотою ускладнень від 31 до 38%, зниженням функціональних результатів з плином часу і частотою повторних операцій до 58%. Навіть за належного лікування цей вид переломів пов'язаний з незадовільними результатами: у 57% пацієнтів спостерігалися симптоми порушення функції розгинального апарату колінного суглоба [32].

Результати лікування ППП надколінка переважно погані. У ранньому дослідженні ППП надколінка, які лікували хірургічним шляхом, спостерігалось 100% незрощення та дефіцит розгинання 10° або більше в 7 з 12 випадків [38].

Parvizi et al. [43] повідомили про 12 випадків перелому надколінка після ТЕПКС, причому 11 мали обмеження розгинання більше 10° , 8 – зі зменшенням діапазону рухів до 80° – 110° і 3 – з дугою рухів менше 80° .

Перипротезні переломи великогомілкової кістки

Неоперативне лікування може бути обрано для ППП великогомілкової кістки, які є стабільними або незміщеними після репозиції, з добре фіксованим імплантом в великогомілковій кістці, а також у пацієнтів, які не підлягають хірургічному втручанню [27,38]. Felix et al. рекомендували період 6-8 тижнів іммобілізації без навантаження кінцівки, для переломів без зміщення навколо ніжки імплантату та дистальніше ніжки [27].

ППП великогомілкової кістки схильні до ускладнень з боку м'яких тканин через перекриття зони перелому тонким шаром м'яких тканин. Згідно класифікації Felix при переломах зі зміщенням підтипу А проводиться хірургічне втручання із застосуванням блокуючих пластин або інтрамедулярних цвяхів [3,44]. Блокуюча компресійна пластина є ефективним інструментом фіксації для лікування ППП великогомілкової кістки зі стабільним імплантом [9]. Використання щонайменше трьох фіксуючих гвинтів у випадку ППП проксимального відділу великогомілкової кістки було рекомендовано Morwood MP et al. для досягнення стійкості до руйнування при використанні однієї пластини [45].

Як консервативне лікування, так і фіксація переломів пластиною пов'язані з обмеженнями навантаження, що може бути важко для пацієнтів похилого віку з кількома супутніми захворюваннями. Інтрамедулярна

фіксація цвяхом є цінним варіантом для фіксації переломів, особливо коли вони розташовані дистально від ніжок протеза. Фіксація цвяхом дозволяє раннє навантаження кінцівки.

Haller et al. вважають, що часто використовуваний антеградний інтрамедулярний цвях для лікування переломів діафіза великогомілкової кістки є складним при ППП великогомілкової кістки, оскільки наявний імплантат великогомілкової кістки заважає стандартній точці входу. Але вони продемонстрували техніку антеградного введення інтрамедулярного цвяха у великогомілкову кістку при її переломі нижче ніжки протезу [44].

Показання до застосування ревізійного ТЕПКС при ППП великогомілкової кістки включають нестабільність імплантату і недостатню якість кісткової тканини для внутрішньої фіксації з іншими відносними показаннями – переломи в умовах перипротезної інфекції, попередня невдала фіксація ППП і переломи з неправильним розташуванням протеза [46]. Якщо стан метадіафізарної зони кістки є добрий і дефекти кістки менше 2 см, вибір імплантату для ревізії ТКА буде залежати від стану колатеральних зв'язок колінного суглоба. Якщо зв'язки не пошкоджені, можна вибрати імплантат із заміщенням (CR) чи без заміщення (PS) задньої хрестоподібної зв'язки. Однак, якщо колатеральні зв'язки пошкоджені, Kuzuk PRT et al. рекомендують так званий зв'язаний протез – типу LCCK або Hingh [46]. Ревізійне ендопротезування використовували для ППП великогомілкової кістки навколо імплантів з хорошими результатами (Abbas et al.) [47].

Висновок

Переломи навколо ендопротезованого колінного суглоба складають різноманітні види травм, які важко лікувати. Переломи ДЕМ стегнової кістки є найпоширенішими з цих переломів, і їх часто лікують хірургічно за допомогою пластин або інтрамедулярних цвяхів. Переломи великогомілкової кістки та надколінка є менш поширеними травмами, і в сучасній літературі існує небагато повідомлень про їх лікування та результати. Лікування цих переломів може бути ускладнене незрощенням, неправильним зрощенням або порушенням функції.

References:

1. Agarwal S, Sharma RK, Jain JK. Periprosthetic fractures after total knee arthroplasty. J Orthop Surg (Hong Kong). 2014; 22(1):24-29. Doi:10.1177/230949901402200108
2. Drew JM, Griffin WL, Odum SM, Van Doren B, Weston BT,

- Stryker LS. Survivorship after periprosthetic femur fracture: factors affecting outcome. *J Arthroplasty*. 2016;31(6):1283-1288. Doi:10.1016/j.arth.2015.11.038
3. Ebraheim NA, Kelley LH, Liu X, Thomas IS, Steiner RB, Liu J. Periprosthetic distal femur fracture after total knee arthroplasty: a systematic review. *Orthop Surg*. 2015;7(4):297-305. Doi:10.1111/os.12199
4. Frenzel S, Vecsei V, Negrin L. Periprosthetic femoral fractures: incidence, classification problems and the proposal of a modified classification scheme. *Int Orthop*. 2015;39(10):1909-20. Doi:10.1007/s00264-015-2967-4
5. Roderer G, Gebhard F, Scola A. Principles of management of periprosthetic fractures. *Unfallchirurg*. 2016;119(3):177-84. Doi:10.1007/s00113-016-0145-9
6. Singh SP, Bhalodiya HP. Outcome and incidence of periprosthetic supracondylar femoral fractures in TKA. *Indian J Orthop*. 2013;47(6):591-7. Doi:10.4103/0019-5413.121586
7. von Matthey F, Ruchholtz S, Biberthaler P, Hanschen M. Osteosynthesis after periprosthetic fractures of the knee joint. *Unfallchirurg*. 2016;119(4):288-94. Doi:10.1007/s00113-016-0162-8
8. Shields E, Behrend C, Bair J, Cram P, Kates S. Mortality and financial burden of periprosthetic fractures of the femur. *Geriatr Orthop Surg Rehabil*. 2014;5(4):147-53. Doi:10.1177/2151458514542281
9. Meek RMD, Norwood T, Smith R, et al. The risk of periprosthetic fracture after primary and revision total hip and knee replacement. *J Bone Joint Surg Br*. 2011;93(1):96-101. Doi:10.1302/0301-620x.93b1.25087
10. F. Bengoa, M. E. Neufeld, L. C. Howard, B. A. Masri. Periprosthetic Fractures of the Knee: a Review. *J Am Acad of Orthop Surg*. 2023; 31, 19: e746-e759. Doi:10.5435/JAAOS-D-22-00701
11. Bottle A, Griffiths R, White S, et al: Periprosthetic fractures: The next fragility fracture epidemic? A national observational study. *BMJ Open*. 2020;10(12):e042371. Doi:10.1136/bmjopen-2020-042371
12. Toogood PA, Vail TP: Periprosthetic fractures: A common problem with a disproportionately high impact on healthcare resources. *J Arthroplasty*. 2015;30:1688-1691. Doi:10.1016/j.arth.2015.04.038
13. Ortiguera CJ, Berry DJ: Patellar fracture after total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surgery Am Vol*. 2002;84:532-540. Doi:10.2106/00004623-200204000-00004
14. Ebraheim NA, Ray JR, Wandtke ME et al. Systematic review of periprosthetic tibia fracture after total knee arthroplasties. *World J Orthop*. 2015; 6:649-654. Doi:10.5312/wjo.v6.i8.649.
15. Yoo JD, Kim NK. Periprosthetic fractures following total knee arthroplasty. *Knee Surg Relat Res*. 2015. Mar;27(1):1-9. Doi:10.5792/ksrr.2015.27.1.1
16. Ritter MA, Thong AE, Keating EM, Faris PM, Meding JB, Berend ME, Pierson JL, Davis KE. The effect of femoral notching during total knee arthroplasty on the prevalence of post-operative femoral fractures and on clinical outcome. *J Bone Joint Surg Am*. 2005;87:24114. Doi:10.2106/jbjs.d.02468
17. Singh JA, Jensen M, Lewallen D. Predictors of periprosthetic fracture after total knee replacement. *Acta Orthop*. 2013;84:170-177. Doi:10.3109/17453674.2013.788436
18. Johnston AT, Tsiridis E, Eyres KS, Toms AD. Periprosthetic fractures in the distal femur following total knee replacement: A review and guide to management. *The Knee* 2012;19:156-162. Doi:10.1016/j.knee.2011.06.003
19. Konan S, Sandiford N, Unno F, Masri BS, Garbus DS, Duncan CP: Periprosthetic fractures associated with total knee arthroplasty. *Bone Joint J*. 2016;98-B:1489-1496. Doi:10.1302/0301-620x.98b11.bjj-2016-0029.r1.
20. Hung C-H, Wang C-J, Tang T-C, et al: Recurrent falls and its risk factors among older men living in the veteran's retirement communities: A cross-sectional study. *Arch Gerontol Geriatr*. 2017;70:214-218. Doi:10.1016/j.archger.2017.02.001
21. Neer CS 2nd, Grantham SA, Shelton ML. Supracondylar fracture of the adult femur: a study of one hundred and ten cases. *J Bone Joint Surg Am*. 1967;49:591-613. PMID: 6025996.
22. Welch T, Iorio R, Marcantonio AJ et al. (2016) Incidence of distal femoral periprosthetic fractures after total knee arthroplasty. *Bull Hosp Joint Dis* 74:287-292. PMID: 27815952.
23. Lizaur-Utrilla A, Miralles-Muñoz FA, Sanz-Reig J. Functional outcome of total knee arthroplasty after periprosthetic distal femoral fracture. *J Arthroplasty*. 2013; 28:1585-1588. Doi:10.1016/j.arth.2013.03.007
24. Hoffmann MF, Jones CB, Sietsema DL et al. Outcome of periprosthetic distal femoral fractures following knee arthroplasty. *Injury*. 2012; 43:1084-1089. Doi:10.1016/j.injury.2012.01.025
25. Platzner P, Schuster R, Aldrian S et al. Management and outcome of periprosthetic fractures after total knee arthroplasty. *J Trauma*. 2010; 68:1464-1470. Doi:10.1097/TA.0b013e3181d53f81.
26. Alden KJ, Duncan WH, Trousdale RT et al. Intraoperative fracture during primary total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 2010; 468:90-95. Doi:10.1007/s11999-009-0876-9.
27. Felix NA, Stuart MJ, Hanssen AD. Periprosthetic fractures of the tibia associated with total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 1997;113-24. Doi:10.1097/00003086-199712000-00016.
28. Cipriano CA, Brown NM, Della Valle CJ et al. Intraoperative periprosthetic fractures associated with press fit stems in revision total knee arthroplasty: incidence, management, and outcomes. *J Arthroplasty*, 2013; 28:1310-1313. Doi:10.1016/j.arth.2012.10.003
29. Rathsach Andersen M, Winther N, Lind T, Schrøder HM, Petersen MM. Bone remodeling of the proximal tibia after uncemented total knee arthroplasty: secondary endpoints analyzed from a randomized trial comparing monoblock and modular tibia trays-2 year follow-up of 53 cases. *Acta Orthop*. 2019;90(5): 479-483. Doi:10.1080/17453674.2019.1637178.
30. Cannon SR. The use of megaprosthesis in the treatment of periprosthetic knee fractures. *Int Orthop*. 2015; 39:1945-1950. Doi:10.1007/s00264-015-2969-2.
31. Sarmah SS, Patel S, Reading G, El-Husseiny M, Douglas S, Haddad FS: Periprosthetic fractures around total knee arthroplasty. *Ann R Coll Surg Engl*. 2012;94:302-307. Doi:10.1308/003588412x13171221592537
32. Chalidis BE, Tsiridis E, Tragas AA et al. Management of periprosthetic patellar fractures. A systematic review of literature. *Injury*. 2007; 38:714-724. Doi:10.1016/j.injury.2007.02.054
33. Duncan CP, Haddad FS: The unified classification system (UCS): Improving our understanding of periprosthetic fractures. *Bone Joint J*. 2014;96-B:713-716. Doi:10.1302/0301-620x.96b6.34040
34. Kim KI, Egol KA, HozakWJ, Parvizi J. Periprosthetic fractures after total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 2006;446:167-75. Doi: 10.1097/01.blo.0000214417.29335.19.
35. Su ET, DeWal H, Di Cesare PE. Periprosthetic femoral fractures above total knee replacements. *J Am Acad Orthop Surg*. 2004;12:12-20. Doi:10.5435/00124635-200401000-00003.
36. Rorabeck CH, Taylor JW. Periprosthetic fractures of the femur complicating total knee arthroplasty. *Orthop Clin North*

Am. 1999;30(2):265-77. Doi:10.1016/s0030-5898(05)70081-x.

37. Purudappa PP, Ramanan SP, Tripathy SK, et al. Intra-operative fractures in primary total knee arthroplasty - a systematic review. *Knee Surg Relat Res.* 2020;32:1-13. Doi:10.1186/s43019-020-00054-3.

38. Benkovich V, Klassov Y, Mazilis B, et al. Periprosthetic fractures of the knee: a comprehensive review. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2020;30:387-399. Doi:10.1007/s00590-019-02582-5.

39. Saidi K, Ben-Lulu O, Tsuji M et al. Supracondylar periprosthetic fractures of the knee in the elderly patients: a comparison of treatment using allograft-implant composites, standard revision components, distal femoral replacement prosthesis. *J Arthroplasty.* 2014; 29:110 -114. Doi:10.1016/j.arth.2013.04.012.

40. Vemulapalli KC, Davis SL, Mathews V, et al. Treatment of periprosthetic non-unions of the lower extremity. *Orthopedics.* 2020;43(4):209-214. Doi:10.3928/01477447-20200428-04.

41. Mortazavi SMJ, Kurd MF, Bender B et al. Distal femoral arthroplasty for the treatment of periprosthetic fractures after total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2010; 25:755-780. Doi: 10.1016/j.arth.2009.05.024.

42. Windhager R, Schreiner M, Staats K, Apprich S. Megapro-

theses in the treatment of periprosthetic fractures of the knee joint: indication, technique, results and review of literature. *Int Orthop.* 2016; 40:935-943. Doi:10.1007/s00264-015-2991-4.

43. Parvizi J, Jain N, Schmidt AH. Periprosthetic knee fractures. *J Orthop Trauma.* 2008;22:663-671. Doi:10.1097/BOT.0b013e31816ed989.

44. Haller JM, Kubiak EN, Spiguel A, Gardner MJ, Horwitz DS. Intramedullary nailing of tibial shaft fractures distal to total knee arthroplasty. *J Orthop Trauma.* 2014;28(12):296-300. Doi:10.1097/bot.0000000000000096.

45. Morwood MP, Gebhart SS, Zamith N, Mir HR. Outcomes of fixation for periprosthetic tibia fractures around and below total knee arthroplasty. *Injury.* 2019;50(4):978-982. Doi:10.1016/j.injury.2019.03.014.

46. Kuzyk PRT, Watts E, Backstein D. Revision total knee arthroplasty for the management of periprosthetic fractures. *J Am Acad Orthop Surg.* 2017;25(9): 624-633. Doi:10.5435/JAAOS-D-15-00680.

47. Abbas AM, Morgan-Jones RL. Revision total knee arthroplasty for failure of primary treatment of periprosthetic knee fractures. *J Arthroplasty.* 2014;29(10): 1996-2001. Doi:10.1016/j.arth.2014.05.028

Epidemiology, Classification and Treatment of Femur and Tibia Fractures around Total Knee Arthroplasty (Literature Review)

Zazirnyi I.M.¹

¹Clinical Hospital «Feofaniya» of the Agency of State Affairs, Kyiv

Summary. *Periprosthetic fractures around total knee arthroplasty (TKA) are difficult to treat due to complex fracture morphology, high proportions of injuries associated with osteopenia, and the variability of injury patterns. Periprosthetic fractures associated with TKA are defined as fractures around the knee joint (femur, tibia, or patella) occurring within 5 cm of the intramedullary stem of the prosthesis or 15 cm of the joint. The incidence is estimated to be between 0.3% and 2.5% after primary TKA and up to 28% after revision TKA. There are several surgical and nonsurgical risk factors associated with postoperative periprosthetic fractures. Distal femoral periprosthetic fractures following TKA are the most common and reported to occur in 0.2-1.8% of patients after primary TKA. Tibial periprosthetic fractures have a reported prevalence of 0.07-0.1% in primary and 0.36% in revision knee arthroplasties. Patella fractures are the second most common periprosthetic fractures following TKA, with prevalence ranging from 0.68% to 1.19%, and are usually associated with a resurfaced patella. Several classification systems of periprosthetic fractures around TKA have been published and some treatment recommendations have been provided. However, most systems are subject to criticism and use different classification systems for the tibia, patella, and the femur. A variety of treatment methods are available for periprosthetic fractures. Conservative treatment can include protected weight bearing, splinting, or traction. Surgical treatment commonly involves closed intramedullary nailing or open reduction and internal fixation by plates. In cases of significant bone loss, a revision TKA may be indicated. In general, treatment must be guided based on the stability of the implant and the remaining bone quality, as determined by the presence of osteolysis and the location of the fracture.*

Key words: *endoprosthetics of the knee, femur, tibia, fractures.*

СПОДВИЖНИЦЬКА ДІЯЛЬНІСТЬ ІЛЛІ ОСИПОВИЧА ФРУМІНА (1876-1945) (до 105-річчя з дня заснування інституту)

Гайко Г.В., Немирович-Булгакова О.І., Лєсков В.Г., Мандрик П.Т.
ДУ «Інститут травматології та ортопедії НАМН України», м. Київ

Анотація. В історичному біографічному дослідженні розкрито діяльність Іллі Осиповича Фруміна – першого директора «Будинку калічної дитини», а нині ДУ «Інститут травматології та ортопедії НАМН України», який започаткував розвиток і наукові традиції інституту.

Ключові слова: медичне краєзнавство, дослідження історії, І.О. Фрумін.



ФРУМІН ІЛЛЯ ОСИПОВИЧ
1919-1921 1924-1934

Сто п'ята річниця з дня заснування «Будинку калічної дитини», а нині – ДУ «Інститут травматології та ортопедії НАМН України» – одного з провідних закладів вітчизняної і світової медицини у галузі травматології та ортопедії, спонукає згадати і віддати належну шану подвижницькій самовідданій праці за-

сновника і першого директора інституту Іллі Осиповича Фруміна. Протягом століття змінювались соціально-економічні умови в нашій державі, голод, розруха, відбувалися війни, репресії, але попри все в книзі історії для нащадків назавжди збережеться непересічна постать, яка своєю діяльністю започаткувала розвиток та примножила славу і наукові здобутки інституту, його традиції.

«Я впевнений, ми будемо мати в Україні дитячий ортопедичний інститут, рівний кращим зарубіжним установам такого ж напрямку» – плекав ідею І.О. Фрумін і наполегливо йшов до втілення своєї мрії у життя.

Життєвий шлях і становлення як особистості І.О. Фруміна проходило в складний історичний період на рубежі століть, світової та громадянської війни, Жовтневого перевороту.

Народився 25 липня 1876 р. в м. Бобруйську, середню освіту здобув зі срібною медаллю у Бобруйській та Плоцькій (Королівство Польське) гімназії (1895). Закінчив медичний факультет Університету Св. Володимира (Київ, 1895-1905). За

участь у студентських заворушеннях 1898 р. був виключений з університету. 1902-1903 рр. працював на посаді позаштатного ординатора в клініці проф. Ф.Г. Яновського, а 1903 р. заарештований за справою соціалістів-революціонерів і перебував 6 міс. в «Будинку попереднього ув'язнення». 1904 р. – інтерн акушерсько-гінекологічного відділення Київської єврейської лікарні; у 1904-1905 рр. – асистент хірургічного відділення (зав. – проф. С.І. Спасокукоцький) Смоленської губернської земської лікарні. За участь у революційному русі в кінці 1905 р. висланий у Західний Сибір (Шеркалі, Березов), звідки втік за кордон, де працював (1905-1908) на посадах позаштатного асистента в клініках проф. Vulpius (Гейдельберг), Vier (Бонн), Joachimsthat (Берлін). У 1908 р. добровільно повернувся з заслання та відбув свій термін (3 роки) в м. Ішимі То-больської губернії, де завідував хірургічним відділенням Ішимської міської лікарні. У кінці 1911 р. 4 міс. працював за кордоном на посаді позаштатного асистента в клініці Lange (Мюнхен). У 1912 р. І.О. Фрумін повернувся до Києва і працював у лікарнях міста: позаштатний ординатор хірургічної лікарні М.М. Зайцева; організував ортопедичну амбулаторію на 5 ліжок в приміщенні лікарні Золотоверхого Михайлівського монастиря; ординатор госпіталю для тяжкопоранених; у 1916-1919 рр. очолював госпіталь Союзу міст № 11 для тяжкопо-ранених.

Після Першої світової війни та революційних подій Ілля Осипович зрозумів, що виникла нагальна потреба вирішення ряду соціальних проблем, і зокрема організації медичної ортопедичної допомоги скаліченим, з вродженими вадами дітям в умовах великого стаціону, який би об'єднав клініку, амбулаторію, школу та навчально-трудоу

майстерні. Народний комісаріат соціального забезпечення УСРР задовольнив прохання групи лікарів на чолі з І.О. Фрумїним і у липні 1919 р. було створено таку установу під назвою «Будинок калічної дитини».

Завдяки високому авторитету, особистим зв'язкам та невгамовному ентузіазму Іллі Осиповича на ремонт будівлі виділили кошти з Держбюджету та Українського Червоного Хреста, будівельні матеріали, обладнання... Але у ці неспокійні часи доводилось всіма засобами відстоювати і захищати свою мрію. «Весна 1920 року. Київ зайнятий поляками і петлюрівцями. У колишньому палаці (навпроти Будинку калічної дитини) розташувався штаб Петлюри. Солдати спробували заселитися в Будинок... Я звернувся з офіційною заявою до самого «отамана» Симона Петлюри, з яким довелось разом відсидіти під арештом у перші дні гетьманства П. Скоропадського, і вказав йому, що було б величезним варварством допустити руйнування Будинку... Нас залишили в спокої і якимсь пережили ті 5-6 тижнів, коли поляки і Петлюра залишались в Києві» – писав І.О. Фрумїн.

Отже, вигідне розташування будівлі колишнього удільного округу на найвищій точці Києва, доступна з усіх сторін сонцю і повітрю, в оточенні фруктових садів, з потужним резервуаром повітря з Дніпра, з двома південними терасами-соляріями – вона ніби була призначена для закладу санаторного профілю. У «Верхньому корпусі» (вул. Грушевського, 7) у три поверхи розмістились: амбулаторія, зали для лікувальної фізкультури та механотерапії, гіпсувальна, перев'язочна, операційна, палати для хворих на 80 ліжок, солярії, кімнати-класи, кабінети для лікарів і середнього медичного персоналу. У цьому корпусі лікування пацієнтів з туберкульозом кісток та суглобів провадилось переважно консервативно, із застосуванням іммобілізації за системою Рольє, Киша, гіпсові шини або пов'язки, в окремих випадках гіпсові ліжка за Лоренцом.

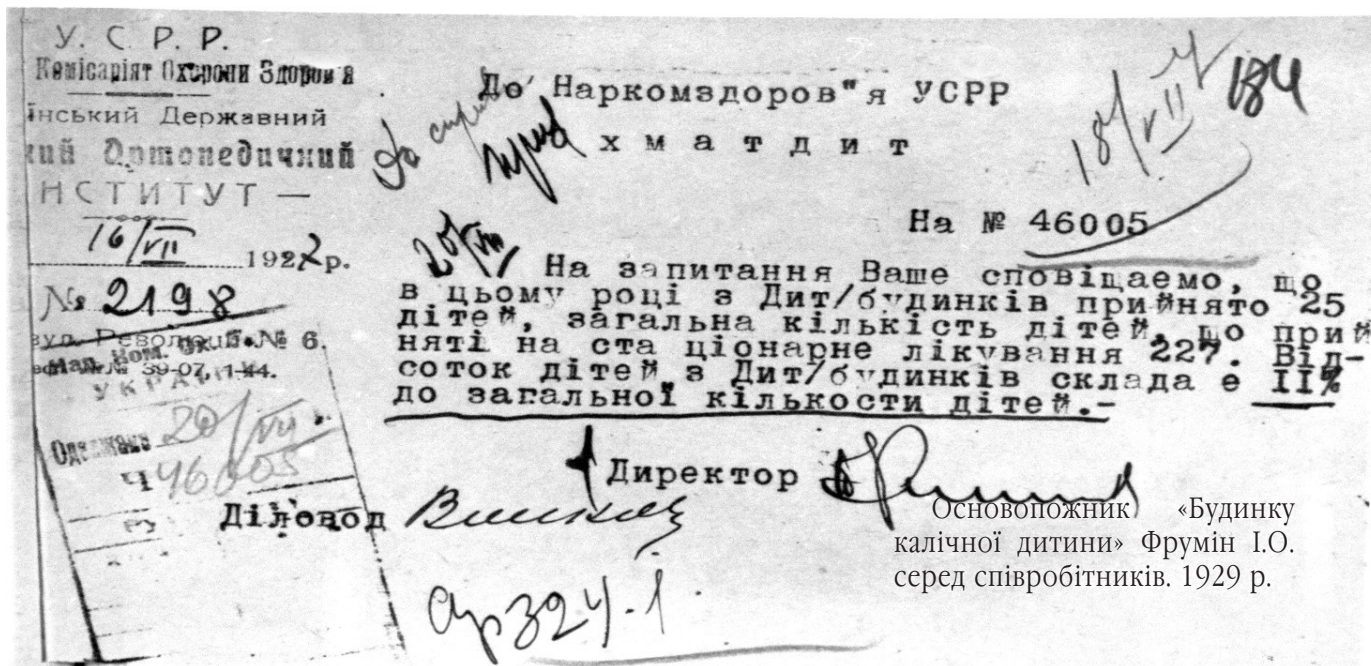
Клінічна база інституту «нижній корпус» знаходилась на вул. Козловська 3/5 (лікарня ім. Софії Лихарьової); тепер Паркова дорога, 3/5. Лікарня побудована в мальовничому районі, під кручами Маріїнського парку. Проект лікарні у формі модернізованого ренесансу розробив київський архітектор М.Г. Артинов, а продовжив реалізацію проекту А.Б. Мінкус. 1919 року в «нижньому корпусі» Будинку калічної дитини розмістились палати на 60 ліжок, операційна, перев'язочна, світло-лікувальний та рентгенівський кабінети, аптека, лабораторія, гідротерапевтичне відділення з ваннами, душами і лікувальними грязями, кухня, пральня, дезінфекційна камера, карантинне відділення

тощо. Характерною особливістю діяльності відданих своїй справі колективу ентузіастів на чолі з І.О. Фрумїним було створення і зміцнення матеріальної бази інституту, вдосконалення лікувальної та наукової роботи щодо ортопедичних захворювань у дітей, виявлення контингенту дітей з вродженими вадами, лікування кістково-суглобового туберкульозу. І.О. Фрумїн поряд з адміністративними, організаційними функціями, безпосередньо опікувався налагодженням хірургічної допомоги пацієнтам. Саме всебічне знання Іллі Осиповича специфічного напрямку медицини – ортопедії-травматології сприяло успішному функціонуванню інституту. За 1920 рік уже було здійснено 98 хірургічних втручань, що свідчило про високий професіоналізм підбраного медичного персоналу установи, зокрема, лікарів-ординаторів Г.Є. Фрумїної, Є.М. Шестакової, невропатолога Л.С. Арінштейна, хірурга В. Бергмана, фельдшера Р.А. Мілявської.

У 1922 р. І.О. Фрумїн був заарештований органами ОДПУ (Об'єднане державне політичне управління) як один з організаторів 2-го Всеросійського з'їзду лікарських секцій і секції лікарів Всемедикосанпраці та відбував свій термін у м. Оренбурзі, В'ятці, Челябінську. Енергійний і талановитий лікар-хірург в Оренбурзі організував кістково-туберкульозне відділення при лікарні Червоного Хреста; у В'ятці відкрив кісткове відділення при Губернській лікарні. У цей період вся турбота про інститут і його повноцінне функціонування була покладена на Г.Є. Фрумїну та А.Ю. Биховського. Восени 1924 р. І.О. Фрумїна відновили на посаді директора Всеукраїнського державного дитячого ортопедичного інституту.

Життя продовжувалось... У 1923-1925 рр. інститут стверджувався, чітко визначились його пріоритетні напрямки і завдання, на 72 % збільшилось кількість вилікуваних пацієнтів. За перше десятиріччя виконано 1593 операції, проліковано 2124 стаціонарних пацієнтів, в амбулаторії надано допомогу і проконсультовано 72.000 хворих. З 1927 р. введено обов'язкове використання гумових рукавичок, що сприяло зниженню процесу післяопераційного нагноєння на 55,2 %. Десяту річницю Інститут зустрів в високими показниками: 275 ліжок (230 для дітей і 40 для дорослих), до 20.000 амбулаторних відвідувань на рік.

З дозволу Наркомздоров'я УСРР відновились науково-практичні зв'язки директора інституту І.О. Фрумїна з західно-європейськими установами Німеччини, Франції, Австрії, Швеції та США, що сприяло підвищенню рівня наукових досліджень, якості лікування, повноцінному забезпеченню операційним обладнанням, ліками, інвентарем



Автограф І.О. Фруміна. 1927 р.

тощо. Наприклад, американська делегація лікарів подарувала рентген апарати та інструменти на 5.000 дол.

У звіті про діяльність Всеукраїнського державного дитячого ортопедичного інституту за 1926/27 рр. спостерігається період розквіту науково-практичної діяльності закладу, значне покращення матеріального і фінансового забезпечення життєдіяльності установи. В теплиці та оранжереї за рік вирощено 3000 декоративних і 700 кущів зимових квітів, які прикрашали дитячі палати; у фруктовому саду посаджено 300 кущів малини, 55 кущів порічки, 50 шт. груш та яблунь. Восени було зібрано 700 пудів (11.200 кг) фруктів, зварено 25 пудів варення, замочено 120 пудів яблук, 100 пудів помідорів, засолено 41 тис. шт. огірків. Для повноцінної харчування пацієнтів (3.000 кал.) вирощували 70 свиней. Меню складалось згідно санато-рно-курортного режиму, наприклад. Сніданок: котлети телячі, хліб з маслом, чай, яйце; Обід: суп-пюре зі сметаною, пілаф з бараниною і огірок, печене яблуко з кремом або кавун; Вечеря: картопля з печінкою, помідор, чай.

І.О. Фрумін писав у звіті: «При діяльній допомозі Н.К.З. УСРР утворена єдина в своєму роді по розмірах і постановці установа має всі шанси для подальшого широкого розвитку».

Професор Ілля Осипович Фрумін – багато уваги приділяв науково-практичним дослідженням, підготовці кваліфікованих фахівців. Завдяки своїй професійній ерудиції і наполегливості він став основоположником створення комплексної сис-

теми відновного лікування дітей з каліцтвом і ортопедичною патологією та організатором спеціалізованої допомоги ортопедо-травматологічним хворим в Україні. І.О. Фрумін – один з ініціаторів створення Київського клінічного інституту удосконалення лікарів, у якому в 1920 був обраний на посаду доцента курсу ортопедії, згодом у 1926-1937 рр. – завідувача кафедри ортопедії та травматології того ж інституту. Він автор понад 30 наукових праць. Від часу заснування в 1927 р. журналу «Ортопедия и травматология» І.О. Фрумін був членом редколегії, публікував статті в інших профільних виданнях, виступав з доповідями на міжнародних наукових конференціях, допомагав практичним лікарям у підвищенні кваліфікації, очолював ортопедичну секцію Київського єдиного медичного товариства. Досконале знання декількох іноземних мов давали йому змогу фахово опрацьовувати першоджерела, а максимальне знання проблеми – публікувати унікальні наукові праці з питань спастичних паралічів, реконструкції колінного суглоба, лікування вродженого вивиху стегна, туберкульозного спондиліту. У першому випуску журналу «Ортопедия и травматология» за 1927 рік з 42 рефератів 14 переклав Ілля Осипович. Редколегія журналу на чолі з М.І. Ситенко і М.П. Новаченко у 1928 р. присвятили передову статтю І.О. Фруміну з нагоди 25-річчя його лікувальної і суспільної діяльності.

У 1929 р. Іллі Осиповичу присвоєно вчене звання професора. За редакцією директора Г.П. Скосогоренка та наукового керівника професора



Основоположник «Будинку калічної дитини» Фрумін І.О. серед співробітників. 1929 р.



Жовтень, 1931 р. На Грушевського (Кірова) № 6.

У центрі: І.О. Фрумін

Жовтень, 1931 р. На Грушевського, 6. Другий справа І.О. Фрумін.

І.О. Фрумїна у 1934 р. вийшла перша збірка наукових праць Всеукраїнського державного Інституту травматології та дитячої ортопедії, в якій висвітлювались проблеми організації опорних пунктів в Україні, профілактика дитячого каліцтва, вдосконалення системи лікування хворих на кістково-суглобовий туберкульоз. З 1933 р. постало нагальне питання боротьби з травматизмом у сільському господарстві, лісопереробній промисловості, текстильному, взуттєвому виробництві, серед школярів, спортсменів тощо. Передбачалась повна переорієнтація діяльності інституту на більш широкі наукові дослідження з питань травматології та ортопедії, глибоке вивчення соціальних проблем, та на підготовку кадрів. У 1932-1934 рр. І.О. Фрумїн обіймав посаду заступника директора з наукової частини, науковий співробітник (1934-1937). У 1934 році Інститут перейменовано в Український науково-дослідний інститут ортопедії і травматології. Відбудовано і введено в експлуатацію (1937 р.) новий корпус по вул. Грушевського, 7. Кількість ліжок на-лічувало до 370, з яких 100 – відведено для хворих на кістково-суглобовий туберкульоз, 120 – для постраждалих

від травм. У цей період започатковано розробку металоконструкцій для лікування хворих з переломами кісток, вдосконалювалась оперативна техніка. Розроблялись новітні методи консервативного та оперативного лікування вродженого звиху стегна, інших вроджених вад, здійснювались реконструктивні операції при лікуванні несправжніх суглобів та кукс кінцівок, започатковано вивчення процесів репаративної регенерації.

У період піднесення та глибокої віри у майбутнє не можна було передбачити, що грядуть надзвичайно тяжкі роки... У 1937 р. Ілля Осипович був репресований НКВС зі звинуваченням за участь в київському обласному комітеті правих есерів. Він змушений виїхати з України і до кінця життя (1945) перебував у м. Алма-Аті (Казахстан).

Професор І.О. Фрумїн залишив по собі світлу пам'ять завдяки стійкості та відданості своїй справі, невтомній подвижницькій діяльності в ім'я розвитку ортопедичної служби в Україні та процвітання Київської ортопедо-травматологічної хірургічної школи. Незламна мужність професора назавжди буде прикладом для наступних поколінь.

УМОВИ ПУБЛІКАЦІЇ В ЖУРНАЛІ «TERRA ORTHOPAEDICA»

Шановні автори!

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

Усі матеріали повинні бути оформлені відповідно до таких вимог:

1. Рукопис.

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

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

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

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

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

Наприклад, неприпустимо замінювати латин-

ську 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.

2.1. **Титульний лист** повинен містити подану українською, російською та англійською мовами наступну інформацію: УДК статті; назва статті 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»; «Висновки». Обсяг розділу «Результати» повинен становити не менше 50% від загального обсягу. Резюме оглядів, лекцій, дискусійних статей складаються у довільній формі.

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

2.3. **Ключові слова (Key words).** 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»; «Висновки».

2.6. **Пристатейний список літератури** – «Література». Оптимальна кількість цитованих робіт в оригінальних статтях і лекціях становить 20-30 джерел, в оглядах – 40-60 джерел. **Бажано цитувати оригінальні роботи, опубліковані протягом останніх 5-7 років у зарубіжних періодичних виданнях. Також намагайтеся звести до мінімуму посилання на тези конференцій, монографії. У список літератури не включаються неопубліковані роботи, офіційні документи, рукописи дисертацій, підручники і довідники. Повинна бути представлена додаткова інформація про статті – DOI, PubMed ID і ін. Якщо в списку менше половини джерел мають індекси DOI, стаття не може бути опублікована в міжнародному науковому журналі. Посилання повинні перевірятися перед комплектацією списку використаних джерел через сайт <http://www.crossref.org/questquery> або <https://scholar.google.com.ua/>.**

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

Джерела з кирилицею написанням необхідно дублювати англійським варіантом; приводять офіційну назву видання латиницею або транслітеровану, якщо немає офіційної. Приклад: **Ivanov AA, Petrov RK. Arthrodesis of the ankle joint. Visnyk Orthop Traum Protez. 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. Стат-

тя відправляється на електронну адресу редакції у вигляді єдиного файлу, що містить усі необхідні елементи (титульний 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 неперекручує 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 «Вісник ортопедії, травматології та протезування», не розглядаються та не повертаються. Дискети, диски, рукописи,

рисунок, фотографії та інші матеріали, надіслані в редакцію, не повертаються.

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

Матеріали для публікації надсилайте за посиланням: 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: atou@ukr.net.
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. Літ. редактор — Ковальова Г. О. Технічний секретар — Полякова М. Б.

Переклад англійською — Кравченко О. М.

Підписано до друку: 28.11.2023 р. Наклад 1000 прим. Ціна договірна.

Верстка та друк: ТОВ «Про формат», (067) 235-22-56.