ISSN 1608-1706 (print), ISSN 2307-1397 (online)

СПЕЦІАЛІЗОВАНИЙ РЕЦЕНЗОВАНИЙ НАУКОВО-ПРАКТИЧНИЙ ЖУРНАЛ

Травма

www.mif-ua.com

Том 24, № 1, 2023

ZASLAVSKY Publishing house

«Аксімед» завжди попереду!

НА БАЗІ КЛІНІКИ «АКСІМЕД» ВІДКРИТО СУЧАСНИЙ

ЦЕНТР ПРОБЛЕМ СНУ

ЕФЕКТИВНА ДІАГНОСТИКА ТА ЛІКУВАННЯ:

- порушень дихання уві сні (нічне апное);
- усіх видів безсоння;
- синдрому неспокійних ніг.

ПРОВОДИМО НАЙСУЧАСНІШУ
ПОЛІСОМНОГРАФІЮ

AKSIMED.UA • 044 390 00 55

Міністерство охорони здоров'я України
Донецький національний медичний університет
Науково-дослідний інститут травматології та ортопедії
Асоціація ортопедів-травматологів України

Ministry of Health Service of Ukraine
Donetsk National Medical University
Research and Development Institute of Traumatology and Orthopedics
Association of Traumatologist and Orthopedists of Ukraine

Травма

TRAUMA

Travma

Спеціалізований рецензований науково-практичний журнал
Заснований у 2000 році
Періодичність виходу 6 разів на рік

Том 24, № 1, 2023

Specialized reviewed practical scientific journal
Founded in 2000 year
Periodicity 6 numbers per year

Volume 24, № 1, 2023

Включений в наукометричні і спеціалізовані бази даних НБУ ім. В.І. Вернадського, «Україніка наукова», «Наукова періодика України», Ulrichsweb Global Serials Directory, CrossRef, WorldCat, Google Scholar, ICMJE, SHERPA/RoMEO, BASE, NLM-catalog, NLM-Locator Plus, EBSCO, OUCI

mif-ua.com

ZASLAVSKY Publishing house

Open Journal System

Травма
Travma

Спеціалізований рецензований науково-практичний журнал

Том 24, № 1, 2023

ISSN 1608-1706 (print),
ISSN 2307-1397 (online)

Передплатний індекс: 96022

ZASLAVSKY Publishing house

Засновник журналу:
Донецький національний медичний університет

Адреса редакції:
а/с 74, м. Київ, 04107, Україна
Телефон: +38 (067) 325-10-26

www.mif-ua.com
http://trauma.zaslavsky.com.ua

Електронні адреси для звертань
З питань публікації статей
traumajornal@gmail.com
hurzufkonf@gmail.com
medredactor@i.ua

З питань передплати
info@mif-ua.com
тел.: +38 (067) 325-10-26

З питань розміщення реклами та інформації про лікарські засоби
v_iliyna@ukr.net

Журнал внесено до переліку наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук. Наказ МОН України від 26.11.2020 № 1471. Категорія Б.

Рекомендовано до друку та до поширення через мережу Інтернет вченою радою Донецького національного медичного університету, протокол № 2 від 21.02.2023 р.

Українською та англійською мовами

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації КВ № 15994-4466Р. Видано Міністерством юстиції України 02.11.2009 р.

Формат: 60×84/8. Ум. друк. арк. 10,00.
Тираж 8000 прим. Зам. 2023-trauma-116.

Видавець Заславський О.Ю.
(zaslavsky@i.ua)
Адреса для листування: а/с 74, м. Київ, 04107, Україна
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 2128 від 13.05.2005

Друк: ТОВ «Ландпресс»

Головний редактор
Климовицький Федір Володимирович
(Лиман, Україна)

Заступник головного редактора
Тяжелов Олексій Алімович (Харків, Україна)

Відповідальний секретар
Гончарова Л.Д. (Київ, Україна)

Редакційна колегія

Бондаренко С.Є. (Харків, Україна), **Вирва О.Є.** (Харків, Україна), **Гайко Г.В.** (Київ, Україна), **Корж М.О.** (Харків, Україна), **Климовицький В.Г.** (Лиман, Україна), **Лоскутов О.Є.** (Дніпро, Україна), **Радченко В.О.** (Харків, Україна), **Страфун С.С.** (Київ, Україна), **Філіпенко В.А.** (Харків, Україна), **Чернишова О.Є.** (Краматорськ, Україна), **Hagen Schmal** (Фрайбург, Німеччина), **Robert Smigielski** (Варшава, Польща), **Francesco Benazzo** (Павія, Італія)

Редакційна рада

Анкін М.Л. (Київ, Україна), **Бур'янов О.А.** (Київ, Україна), **Голка Г.Г.** (Харків, Україна), **Головаха М.Л.** (Запоріжжя, Україна), **Грицай Н.П.** (Київ, Україна), **Гур'єв С.О.** (Київ, Україна), **Зазірний І.М.** (Київ, Україна), **Левицький А.Ф.** (Київ, Україна), **Піонтковський В.К.** (Рівне, Україна), **Рой І.В.** (Київ, Україна), **Сулима В.С.** (Івано-Франківськ, Україна), **Сухін Ю.В.** (Одеса, Україна), **Черниш В.Ю.** (Краматорськ, Україна)

Editor-in-Chief
Klymovytsky Fedir (Lyman, Ukraine)
Deputy Editor-in-Chief
Tyazhelov Oleksii (Kharkiv, Ukraine)
Responsible secretary
Goncharova L.D. (Kyiv, Ukraine)

Editorial Board

Bondarenko S.Y. (Kharkiv, Ukraine), **Vyrva O.E.** (Kharkiv, Ukraine), **Gayko G.V.** (Kyiv, Ukraine), **Korzh M.O.** (Kharkiv, Ukraine), **Klymovytskyy V.G.** (Lyman, Ukraine), **Loskutov O.E.** (Dnipro, Ukraine), **Radchenko V.A.** (Kharkiv, Ukraine), **Strafun S.S.** (Kyiv, Ukraine), **Filipenko V.A.** (Kharkiv, Ukraine), **Chernyshova O.Y.** (Kramatorsk, Ukraine), **Hagen Schmal** (Freiburg, Germany), **Robert Smigielski** (Warszawa, Poland), **Francesco Benazzo** (Pavia, Italia)

Editorial Council

Ankin M.L. (Kyiv, Ukraine), **Buryanov O.A.** (Kyiv, Ukraine), **Golka G.G.** (Kharkiv, Ukraine), **Golovakha M.L.** (Zaporizhzhia, Ukraine), **Gricay N.P.** (Kyiv, Ukraine), **Guriev S.O.** (Kyiv, Ukraine), **Zazirny I.M.** (Kyiv, Ukraine), **Levitsky A.F.** (Kyiv, Ukraine), **Piontkovsky V.K.** (Rivne, Ukraine), **Roy I.V.** (Kyiv, Ukraine), **Sulima V.S.** (Ivano-Frankivsk, Ukraine), **Sukhin Yu.V.** (Odesa, Ukraine), **Chernysh V.Yu.** (Kramatorsk, Ukraine)

Редакція не завжди поділяє думку автора публікації. Відповідальність за вірогідність фактів, власних імен та іншої інформації, використаної в публікації, несе автор. Передрук та інше відтворення в якій-небудь формі в цілому або частково статей, ілюстрацій або інших матеріалів дозволені тільки при попередній письмовій згоді редакції та з обов'язковим посиланням на джерело. Усі права захищені.

© Донецький національний медичний університет, 2023
© НДІ травматології та ортопедії Донецького національного медичного університету, 2023
© Заславський О.Ю., 2023

Зміст

Пам'ять

Пам'яті Лариси Джевдетівни Гончарової 5

Оригінальні дослідження

Вирва О.Є., Ватаманіца Д.Б., Карпінський М.Ю., Яресько О.В.
Перелом вертлюгової западини типу 62-B1.3 (AO/ASIF). Напружено-деформований стан системи «ендопротез — таз» (частина друга) 6

Гур'єв С.О., Кушнір В.А., Соловйов О.С.
Клініко-епідеміологічна характеристика дорожньо-транспортної травми в умовах мегаполіса 15

Обейдат Халед Джамал Салех, Карпінська О.Д.
Інтегральна оцінка якості ходьби хворих на гонартроз до та після ендопротезування..... 21

Пастух В.В., Павлов О.Д., Карпінський М.Ю., Карпінська О.Д., Сикал О.О.
Експериментальне дослідження межі міцності зразків матеріалу на основі полілактиду та трикальційфосфату, виготовлених методом 3D-друку, з різною поруватістю 25

Строєв М.Ю., Березка М.І., Власенко Д.В., Карпінський М.Ю., Яресько О.В.
Математичне моделювання протидії навантаженням на кручення різних варіантів остеосинтезу відламків гомілки при її переломі в нижній третині діафіза 31

Лікарю, що практикує

Штробля В.В., Дроговоз С.М., Луценко Р.В.
Нетрадиційні методи лікування остеоартрозу колінного суглоба..... 40

Зазірний І.М., Савич В.В., Левицький Є.А.
Пошкодження меніскокапсулярного з'єднання заднього рога медіального меніска (пошкодження рампи меніска)..... 47

Страфун С.С., Богдан С.В., Юрійчук Л.М., Страфун О.С.
Консервативне лікування хворих із вторинним адгезивним капсулітом плечового суглоба 56

Contents

Memory

In memory of Larysa Dzhevdetivna Honcharova 5

Original Researches

O.Ye. Vyrva, D.B. Vatamanitsa, M.Yu. Karpinsky, O.V. Yaresko
Acetabular fracture type 62-B1.3 (AO/ASIF). Stress-strain state of the endoprosthesis-pelvis system (part two) 6

S.O. Guryev, V.A. Kusnir, O.S. Soloviov
Clinical and epidemiological characteristics of road traffic injuries in the conditions of a metropolis 15

Khaled Jamal Saleh Obeidat, O.D. Karpinska
Integrated assessment of the quality of gait in patients with gonarthrosis before and after arthroplasty 21

V.V. Pastukh, O.D. Pavlov, M.Yu. Karpinsky, O.D. Karpinska, O.O. Sykal
Experimental study of the tensile strength of samples of material based on polylactide and tricalcium phosphate, made by 3D printing, with different porosity 25

M.Yu. Stroiev, M.I. Berezka, D.V. Vlasenko, M.Yu. Karpinsky, O.V. Yaresko
Mathematical modeling of resistance to torsional loads with various options for osteosynthesis of tibial fragments in fractures in the lower third of the diaphysis 31

To General Practitioner

V.V. Stroblia, S.M. Drogovoz, R.V. Lutsenko
Non-traditional methods of treatment for osteoarthritis of the knee 40

I.M. Zazirnyi, V.V. Savych, Ye.A. Levytskyi
Injuries of the meniscocapsular junction of the posterior horn of the medial meniscus (meniscal ramp lesion) 47

S.S. Strafun, S.V. Bohdan, L.M. Yuriychuk, O.S. Strafun
Conservative treatment of patients with secondary adhesive capsulitis..... 56

Карпінська О.Д., Хасавнех А.А.М.
Програма локальної низькочастотної вібраційної розробки суглобів після іммобілізації 61

O.D. Karpinska, A.A.M. Khasawneh
Local low-frequency vibration program for joint remobilization after immobilization 61

Огляд

Верховський О.В.
Показання до видалення металофіксаторів після консолідації переломів кісток (огляд літератури)..... 66

Голка Г.Г., Веснін В.В., Бурлака В.В., Олійник А.О., Фадєєв О.Г., Гопцій О.В.
Сучасний підхід до лікування туберкульозного спондиліту (огляд літератури)..... 73

Калашніков А.В., Лазаренко Ю.В., Калашніков О.В.
Переломи проксимального відділу стегнової кістки: соціальна значимість і тактика хірургічного лікування (огляд джерел літератури)..... 80

Reviews

O.V. Verkhovskyi
Indications for removal of metal fixators after consolidation of bone fractures (literature review) 66

G.G. Golka, V.V. Vesnin, V.V. Burlaka, A.O. Oliinyk, O.H. Fadeev, O.V. Goptsii
A modern approach to the treatment of tuberculous spondylitis (literature review) 73

A.V. Kalashnikov, Yu.V. Lazarenko, O.V. Kalashnikov
Proximal femoral fractures: social significance and surgical treatment (review of literature sources)..... 80

Пам’яті Лариси Джевдетівни Гончарової

Велика скорбота і сум...

Пішла з життя Велика людина! Жінка, яка довгі роки була символом української ортопедії і травматології — Лариса Джевдетівна Гончарова. Лікар і педагог, науковець і організатор. Її більше немає з нами, але всі, хто хоч раз у житті спілкувався з нею, будуть завжди пам’ятати її гострий ум, величезну людяність, повагу до співрозмовника та зацікавленість у ньому, бажання чимось допомогти, — те, чого нам часто бракує у наших стосунках. Вона була справжнім Світлим Янголом нашої спеціальності. Пам’ять про неї та її світлий образ залишаться у наших серцях назавжди. Вона з нами, поки ми її пам’ятаємо!

Співробітники Обласної травматологічної лікарні та НДІ травматології й ортопедії ДонНМУ, кафедри ортопедії, травматології та ХЕС ДонНМУ і редакції журналу «Травма», а також усі травматологи-ортопеди Донбасу сумують разом з рідними, колегами і друзями.

Все вокруг напоминает о тебе —
Блики солнца на струящейся воде,
Тихий шелест облетающей листвы,
Словно руки, разведенные мосты.

Все вокруг напоминает о тебе —
Край оборванный записки на столбе,
Одинокая полночная звезда,
Громыхающие где-то поезда,
Тихое адажио на трубе,
Все вокруг напоминает о тебе.

О тебе напоминает пенье птиц,
Тихий шорох перевернутых страниц,
Плеск волны, сиянье солнца, легкий бриз,
Карандашный неоконченный эскиз,
Мир вокруг в неисчерпаемой борьбе —
Это все напоминает о тебе. ■

DOI: https://doi.org/10.22141/1608-1706.1.24.2023.925

Вирва О.Є., Ватаманіца Д.Б., Карпінський М.Ю., Яресько О.В.
ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М.І. Ситенка НАМН України», м. Харків, Україна

Перелом вертлюгової западини типу 62-B1.3 (AO/ASIF). Напружено-деформований стан системи «ендопротез — таз» (частина друга)

Резюме. ***Актуальність.*** *Застосування Jumbo cup є однією з найпоширеніших опцій, що вирішує проблему надійного встановлення ацетабулярного компонента за наявності обширних дефектів кульшової западини Paprosky IIIa-IIIb. При імплантації ацетабулярного компонента збільшеного розміру виконується широка обробка кульшової западини з формуванням нативного кісткового ложа збільшеної площі, що, у свою чергу, утворює більш надійну опору для фіксації чашки при допустимій проксималізації центру ротації суглоба.* ***Мета:*** *дослідити зміни величин напружень у моделі кульшового суглоба при його ендопротезуванні з використанням чашки Jumbo cup за умови наявності перелому кульшової западини типу 62-B1.3 за класифікацією AO/ASIF з використанням різних варіантів остеосинтезу.* ***Матеріали та методи.*** *Розроблена базова модель тазового поясу людини зі стегновими кістками, на якій моделювали перелом дна кульшової западини типу 62-B1.3 за класифікацією AO/ASIF. Розглядали варіанти ендопротезування з використанням чашки Jumbo cup та елементів остеосинтезу: фіксація фрагмента задньої стінки кульшової западини двома гвинтами й накістковою пластиною; фіксація фрагмента задньої стінки кульшової западини двома гвинтами й накістковою пластиною, довгий гвинт у передній колоні; фіксація фрагмента задньої стінки кульшової западини двома гвинтами, довгі гвинти в передній і задній колонах. Моделі навантажували вертикальною розподіленою силою величиною 540 Н. Між великим вертлюгом лівої стегнової кістки й крилом здухвинної кістки імітували дію аддукторів стегна шляхом введення відповідних сил: gluteus medius — 1150 Н і gluteus minimus — 50 Н.* ***Результати.*** *Використання чашки Jumbo cup дає неоднозначні результати. З одного боку, це дозволяє знизити рівень напружень уздовж верхнього краю кульшової западини і, відповідно, навколо верхніх гвинтів, що фіксують чашку ендопротеза. Це відбувається за рахунок збільшення площі контакту чашки з кістковою тканиною саме у верхній частині, на яку припадає основне навантаження. У той же час значно збільшуються величини напружень у центральній зоні дна кульшової западини і вздовж лінії перелому. Це викликано тим, що при встановленні чашки більшого діаметра стоншується кортикальний шар кульшової западини, який забезпечує міцність кісток і приймає на себе основні навантаження.* ***Висновки.*** *Використання чашки великого діаметра дозволяє знизити рівень напружень уздовж верхнього краю кульшової западини і, відповідно, навколо верхніх гвинтів, що фіксують чашку ендопротеза. У той же час значно збільшуються величини напружень у центральній зоні дна кульшової западини і вздовж лінії перелому. Використання додаткових засобів остеосинтезу дозволяє знизити рівень напружень у кісткових елементах моделі, а також на гвинтах, які фіксують чашку ендопротеза. За критерієм величини напружень на фіксуючих елементах моделі перевага чашки Jumbo cup полягає тільки в зниженні величини напружень на гвинтах, що фіксують вільний фрагмент заднього краю кульшової западини. На інших фіксуючих елементах рівень напружень дорівнює показникам моделей із чашкою стандартного розміру.*

Ключові слова: *кульшова западина; перелом; ендопротезування; остеосинтез; деформація*

© «Травма» / «Trauma» («Travma»), 2023
© Видавець Заславський О.Ю. / Publisher Zaslavsky O.Yu., 2023

Для кореспонденції: Карпінський Михайло Юрійович, старший науковий співробітник лабораторії біомеханіки, ДУ «Інститут патології хребта та суглобів імені професора М.І. Ситенка Національної академії медичних наук України», вул. Пушкінська, 80, м. Харків, 61024, Україна; +38 (057) 725-14-74; e-mail: korab.karpinsky9@gmail.com
For correspondence: Mykhailo Karpinsky, Senior Research Fellow of biomechanics laboratory, State Institution "Sytenko Institute of Spine and Joint Pathology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine", Pushkinska st., 80, Kharkiv, 61024, Ukraine; phone +38 (057) 725-14-74; e-mail: korab.karpinsky9@gmail.com
Full list of authors information is available at the end of the article.

Вступ

Первинне ендопротезування успішно застосовується при лікуванні переломів кульшової западини у випадках безперспективності її реконструкції. При проведенні ендопротезування одним з питань, яке необхідно вирішувати, є стабільна фіксація ацетабулярного компонента ендопротеза в умовах наявності переломів тазових кісток, що утворюють кульшову западину. Застосування Jumbo cup є однією з найпоширеніших опцій, що вирішує проблему надійного встановлення ацетабулярного компонента за наявності обширних дефектів кульшової западини Paprosky IIIa-IIIb. Ми провели аналогію між дефектами кульшової западини нетравматичного генезу і переломами й припустили доцільність використання Jumbo cup за наявності перелому.

Більшість сучасних публікацій визначає Jumbo cup як ацетабулярний компонент ендопротеза кульшового суглоба, що має діаметр 66 мм і більше для чоловіків і 62 мм для жінок [1]. За альтернативним визначенням розмір Jumbo cup визначається індивідуальними анатомічними параметрами й утворюється шляхом додавання 10 мм до рентгенологічно встановленого діаметра протилежної кульшової западини [2].

При імплантації ацетабулярного компонента збільшеного розміру виконується більш широка обробка кульшової западини з формуванням нативного кісткового ложа збільшеної площі, що, у свою чергу, утворює більш надійну опору для фіксації чашки при допустимій проксималізації центру ротації суглоба. Встановлення Jumbo cup здійснюється за допомогою стандартної техніки й інструментарію, не потребує додаткових аугментів чи антипротрузійних кілець. Такі особливості фіксації чашки повною мірою реалізовані в ревізійній хірургії кульшового суглоба.

Мета: дослідити зміни величин напружень у моделі кульшового суглоба при його ендопротезуванні з використанням чашки Jumbo cup в умовах наявності перелому кульшової западини типу 62-B1.3 за класифікацією AO/ASIF з використанням різних варіантів остеосинтезу.

Матеріали та методи

У лабораторії біомеханіки ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М.І. Ситенка НАМН України» була розроблена базова скінченно-елементна модель тазового поясу людини зі стегновими кістками [3]. Зовнішній вигляд моделі наведено на рис. 1.

На базовій моделі моделювали перелом дна кульшової западини типу 62-B1.3 за класифікацією AO/ASIF [4]. Моделювання виконували шляхом встановлення по лініях перелому прошарків з механічними властивостями кісткового регенерату (рис. 2).

Також моделювали 7 варіантів ендопротезування лівого кульшового суглоба. Перші 4 варіанти були розглянуті в нашій попередній публікації [4]. У даній роботі розглянемо варіанти ендопротезування з використанням чашки Jumbo cup та елементів остеосинтезу при цьому типі перелому кульшової западини:

— варіант 5 — чашка Jumbo cup з фіксацією фрагмента задньої стінки кульшової западини двома гвинтами й накістковою пластиною;

— варіант 6 — чашка Jumbo cup з фіксацією фрагмента задньої стінки кульшової западини двома гвинтами й накістковою пластиною, довгий гвинт у передній колоні;

— варіант 7 — чашка Jumbo cup з фіксацією фрагмента задньої стінки кульшової западини двома гвинтами, довгі гвинти в передній і задній колонах.

На рис. 3 наведені варіанти установки чашки ендопротеза кульшового суглоба з елементами остеосинтезу кульшової западини.

У нашому дослідженні матеріал вважався однорідним та ізотропним. Як кінцевий елемент був обраний 10-вузловий тетраедр з квадратичною апроксимацією. Усі матеріали, з яких складалися моделі, одержали відповідні механічні властивості, такі як модуль пружності Юнга й коефіцієнт Пуассона. Механічні властивості біологічних тканин було обрано згідно з даними літератури [5–8]. Властивості металоконструкцій було обрано відповідно до даних технічної літератури [9]. Дані про механічні характеристики матеріалів, що використовували в моделюванні, наведені в табл. 1.

У процесі дослідження моделювали одноопорне стояння на лівій кінцівці. Для цього моделі навантажували вертикальною розподіленою силою величиною 540 Н, що відповідає середній вазі людини без урахування ваги опорної кінцівки. Між великим вертлюгом лівої стегнової кістки й крилом здухвинної кістки імітували дію аддукторів стегна шляхом введення відповідних сил. Моделювали дію gluteus medius (середній сідничний м'яз) силою 1150 Н і gluteus minimus (малий сідничний м'яз) силою 50 Н [10, 11]. У ділянці колінного суглоба на рівні виростків лівої стегнової кістки всі моделі мали жорстке закріплення. Схема навантаження моделей наведена на рис. 5.

Таблиця 1. Механічні характеристики матеріалів, що використовували в моделюванні

Матеріал	Модуль Юнга (E), МПа	Коефіцієнт Пуассона (ν)
Кортикальна кістка	18 350	0,29
Губчаста кістка	330	0,30
Хрящова тканина	10,5	0,49
Кістковий регенерат	1,00	0,45
Титан ВТ-16	$1{,}1 \cdot 10^5$	0,2

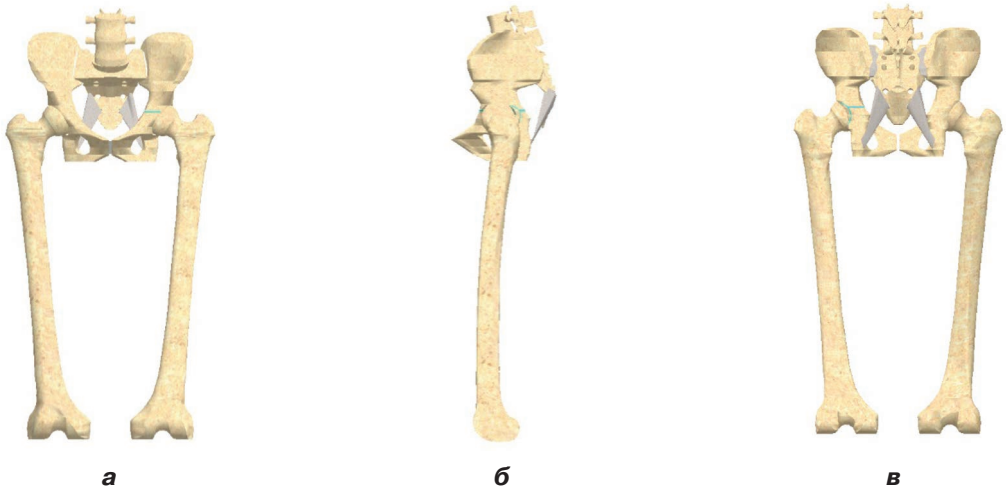


Рисунок 1. Базова скінченно-елементна модель: а) вигляд спереду; б) вигляд у сагітальній площині; в) вигляд ззаду

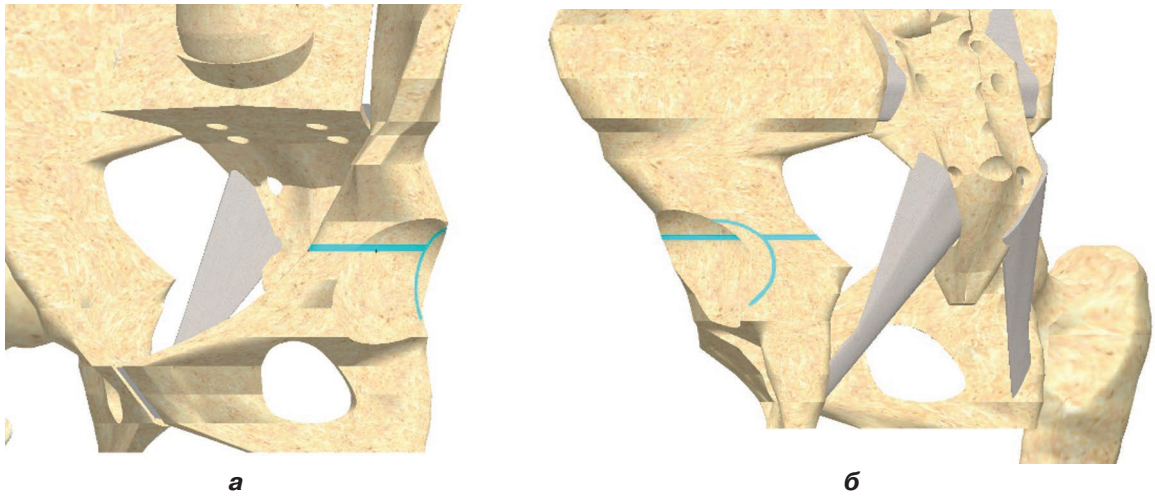


Рисунок 2. Модель перелому кульшової западини типу 62-B1.3 за класифікацією AO/ASIF: а) вигляд спереду; б) вигляд ззаду

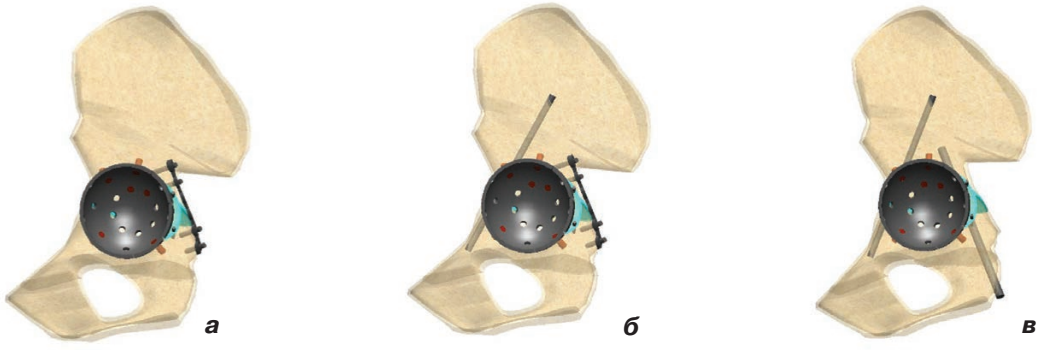


Рисунок 3. Варіанти установки чашки ендопротеза кульшового суглоба: а) остеосинтез із фіксацією фрагмента задньої стінки кульшової западини двома гвинтами й накістковою пластиною; б) остеосинтез із фіксацією фрагмента задньої стінки кульшової западини двома гвинтами й накістковою пластиною, довгий гвинт у передній колоні; в) остеосинтез із фіксацією фрагмента задньої стінки кульшової западини двома гвинтами, довгі гвинти в передній і задній колонах

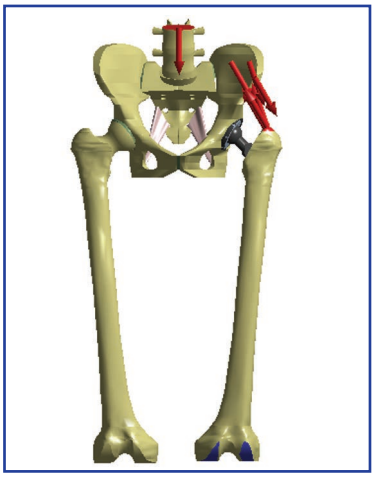


Рисунок 4. Схема навантаження моделей

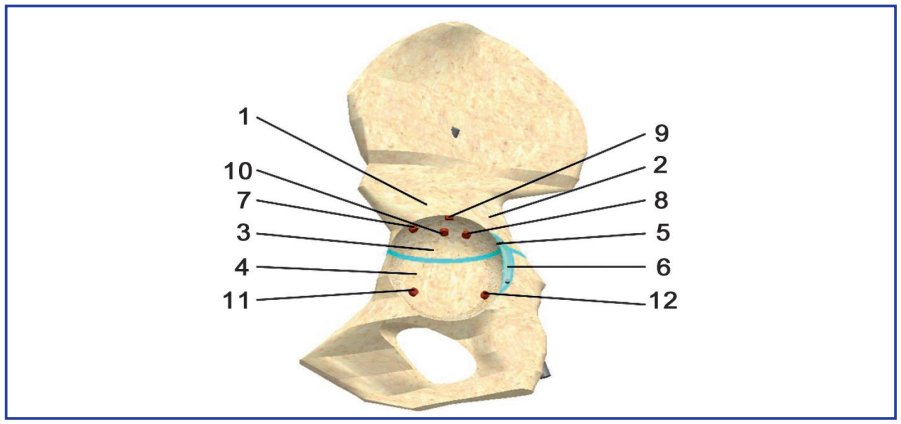


Рисунок 5. Схема розташування контрольних точок: 1 — передньоверхня ділянка кульшової западини; 2 — задньоверхня ділянка кульшової западини; 3 — середина кульшової западини; 4 — зона перелому кульшової западини; 5 — зона перелому фрагмента; 6 — фрагмент; 7 — вхід передньоверхнього 1-го гвинта; 8 — вхід задньоверхнього 2-го гвинта; 9 — вхід верхнього гвинта; 10 — вхід центрального гвинта; 11 — вхід передньонижнього гвинта; 12 — вхід задньонижнього гвинта

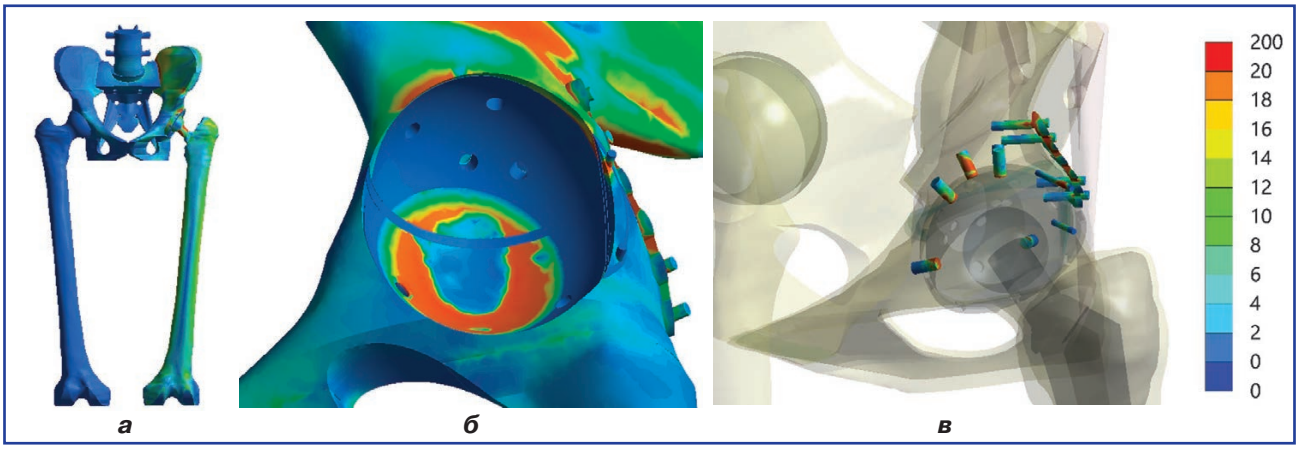


Рисунок 6. Розподіл напружень навколо чашки ендопротеза в кісткових структурах моделі з переломом кульшової западини й остеосинтезом з фіксацією фрагмента задньої стінки кульшової западини двома гвинтами й накістковою пластиною: а) загальний вигляд; б) дно кульшової западини; в) фіксуючі елементи

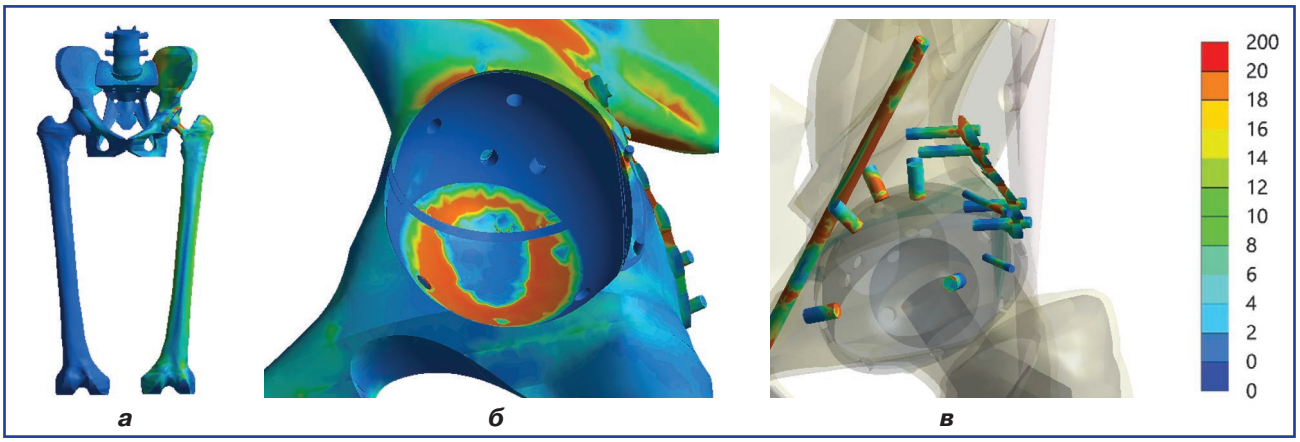


Рисунок 7. Розподіл напружень навколо чашки ендопротеза в кісткових структурах моделі з переломом кульшової западини й остеосинтезом з фіксацією фрагмента задньої стінки кульшової западини двома гвинтами й накістковою пластиною, довгий гвинт у передній колоні: а) загальний вигляд; б) дно кульшової западини; в) фіксуючі елементи

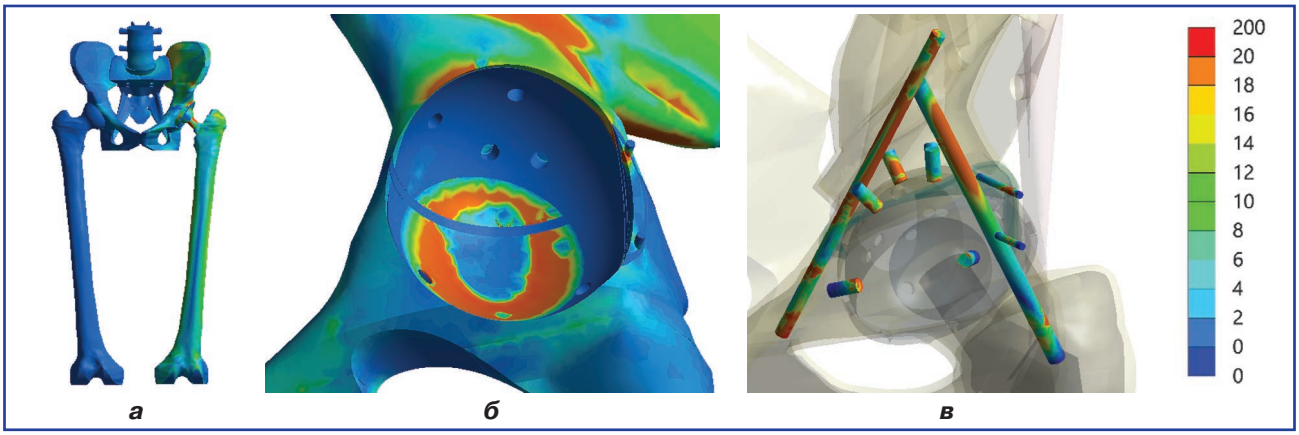


Рисунок 8. Розподіл напружень навколо чашки ендопротеза в кісткових структурах моделі з переломом кульшової западини та остеосинтезом з фіксацією фрагмента задньої стінки кульшової западини двома гвинтами, довгі гвинти в передній та задній колонах: а) загальний вигляд; б) дно кульшової западини; в) фіксуючі елементи

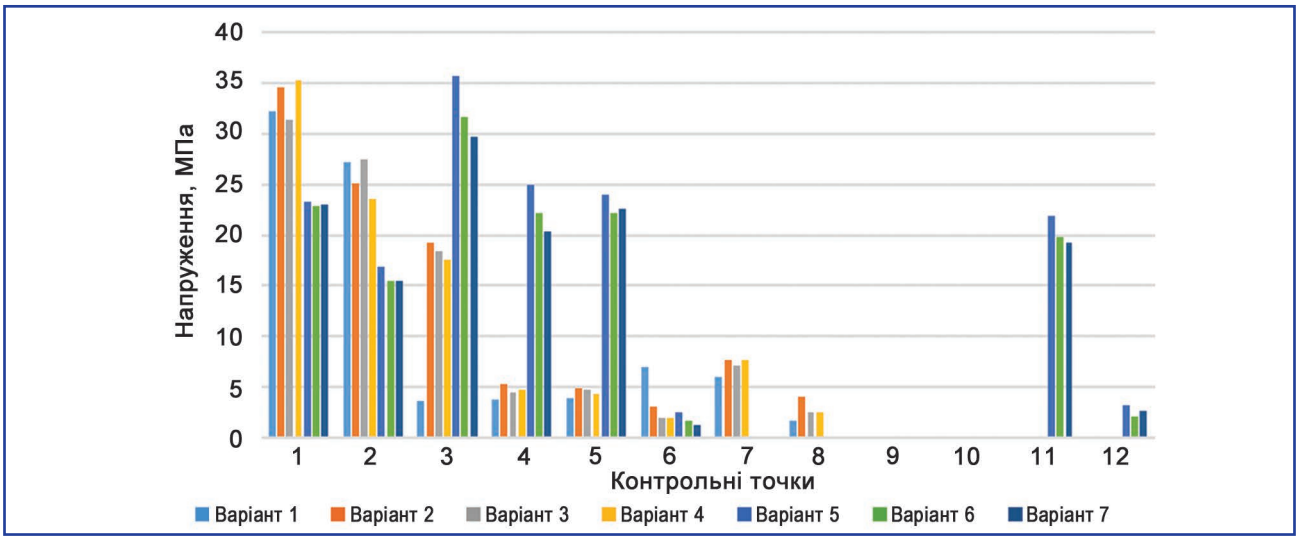


Рисунок 9. Діаграма величин напружень у контрольних точках на кісткових елементах моделей кульшового суглоба при його ендопротезуванні в умовах наявності перелому кульшової западини типу 62-B1.3 за класифікацією AO/ASIF

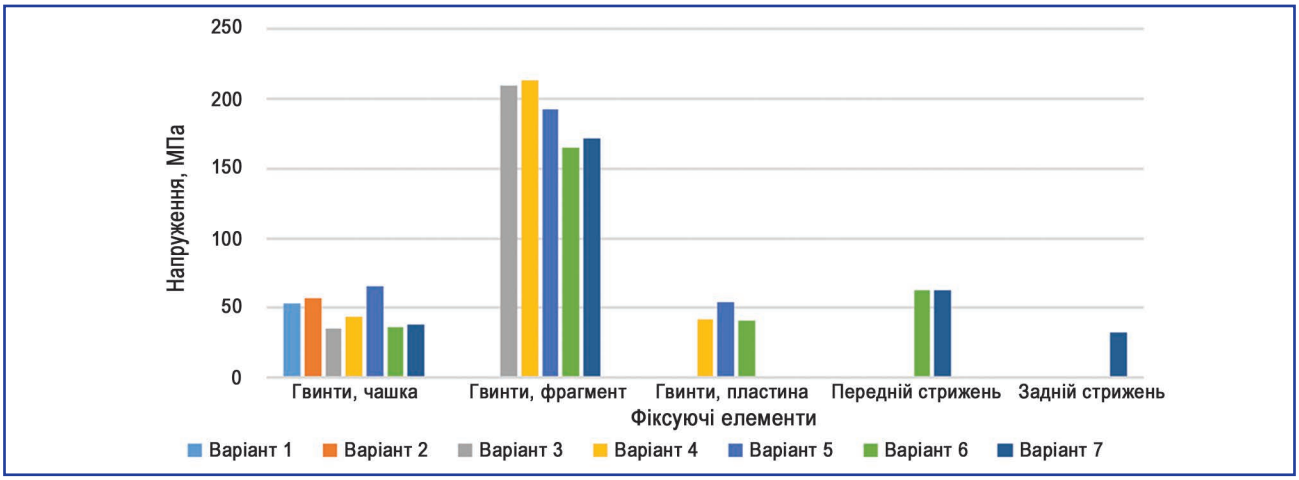


Рисунок 10. Діаграма напружень у фіксуючих елементах моделей кульшового суглоба при його ендопротезуванні в умовах наявності перелому кульшової западини типу 62-B1.3 за класифікацією AO/ASIF

Для порівняння змін напружено-деформованого стану різних варіантів моделей вивчали величину механічних напружень у певних контрольних точках. Схему розташування контрольних точок, у яких проводили контроль величини напружень, наведено на рис. 5.

Також визначали максимальні величини напружень на фіксуючих елементах:

— гвинти, що фіксують чашку ендопротеза;

— гвинти, що фіксують вільний фрагмент кульшової западини;

— гвинти, що фіксують пластину;

— передній стрижень;

— задній стрижень.

Дослідження напружено-деформованого стану моделей виконували за допомогою методу скінченних елементів. Як критерій оцінки напруженого стану моделей використовували напруження за Мізесом [12].

Моделювання виконували за допомогою системи автоматизованого проєктування SolidWorks. Розрахунки напружено-деформованого стану моделей виконували за допомогою програмного комплексу CosmosM [13].

Результати та обговорення

На першому етапі роботи вивчали напружено-деформований стан моделі з чашкою Jumbo cup та остеосинтезом з фіксацією фрагмента задньої стінки кульшової западини двома гвинтами й накістковою пластиною (варіант 1). Картину розподілу напружень у моделі наведено на рис. 6.

Проведені дослідження показали, що використання чашки Jumbo cup при ендопротезуванні кульшового суглоба з переломом кульшової западини типу 62-B1.3 за класифікацією AO/ASIF призводить до зміщення зони максимальних напружень у кісткових елементах моделі в центральну частину кульшової западини й на лінію перелому. При цьому максимальне значення напружень 35,7 МПа визначається саме в центрі кульшової западини. Уздовж лінії перелому дна кульшової западини й навколо вільного фрагмента її задньої стінки напруження визначаються на рівні 24,9 і 24,0 МПа відповідно. Слід відмітити, що порівняно з моделями, у яких використовували чашку стандартного розміру, спостерігається зниження величини напружень по верхньому краю кульшової западини, де вони не перевищують позначок 23,3 МПа в передній частині та 16,9 МПа — у задній. Напруження на вільному фрагменті залишаються на невисокому рівні — 2,5 МПа. Також низький рівень напружень визначається навколо верхніх гвинтів, що фіксують чашку ендопротеза, де вони не перевищують позначки 0,2 МПа. Що стосується нижніх гвинтів, то основне навантаження падає на передній гвинт і викликає навколо нього напруження величиною 21,9 МПа.

Серед кріпильних елементів найвищий рівень напружень 192,7 МПа визначається на гвинтах, що фіксують фрагмент задньої стінки кульшової западини. На гвинтах, що фіксують чашку ендопротеза й накісткову пластину, напруження значно нижчі, вони становлять 65,8 і 53,9 МПа відповідно.

Розглянемо, як змінюється напружено-деформований стан моделі з переломом кульшової западини після введення довгого гвинта в передню колону. На рис. 7 наведено картину розподілу напружень у моделі (варіант 2).

Введення довгого гвинта в передню колону знижує рівень напружень у кульшовій западині. Так, у її центрі напруження знижуються до позначки 31,6 МПа, уздовж лінії перелому по дну кульшової западини й навколо вільного фрагмента задньої стінки — до 22,1 МПа, по верхньому краю западини — до 22,8 МПа в передній частині й до 15,5 МПа — у задній. Напруження на вільному фрагменті визначаються на рівні 1,6 МПа. Навколо гвинтів, що фіксують чашку ендопротеза, зміни відбуваються тільки в нижній частині, де напруження знижуються до 19,8 і 2,1 МПа навколо переднього й заднього гвинтів відповідно.

Значне зниження рівня напружень спостерігається і на самих фіксуючих елементах. Найвищій рівень напружень — 164,9 МПа — залишається на гвинтах, що фіксують вільний фрагмент. На гвинтах, що фіксують чашку ендопротеза, максимальний рівень знижується до 36,4 МПа, на гвинтах, що фіксують пластину, — до 40,7 МПа. На самому довгому гвинті напруження визначаються на рівні 62,5 МПа.

У випадку введення другого довгого гвинта в задню опорну колону виникає картина розподілу напружень у моделі, наведена на рис. 8.

Введення другого довгого гвинта в задню опорну колону незначно знижує рівень напружень у центральній зоні кульшової западини — до 29,7 МПа і вздовж усієї лінії перелому на дні западини — до 20,4 МПа і трохи підвищує напруження навколо вільного фрагмента задньої її стінки — до 22,6 МПа, при цьому на самому фрагменті напруження знижуються до рівня 1,6 МПа. По верхньому краю кульшової западини рівень напружень не змінюється. Також без змін залишається рівень напружень навколо верхніх гвинтів, що фіксують чашку ендопротеза. Навколо нижніх гвинтів напруження незначно знижуються до 19,3 МПа навколо переднього і підвищуються до 2,6 МПа — навколо заднього.

На самих гвинтах, що фіксують чашку ендопротеза, спостерігається незначне підвищення рівня напружень до 37,8 МПа, також напруження підвищуються на гвинтах, що фіксують фрагмент задньої стінки западини, до 171,2 МПа. Напруження на стрижні в передній колоні практично не змінюється — 62,4 МПа, а на гвинті в задній колоні визначається на рівні 32,2 МПа.

Дані про величини напружень у контрольних точках моделей кульшової западини наведені в табл. 2.

Для наочного порівняння величин напружень у контрольних точках на кісткових елементах моделей кульшового суглоба при його ендопротезуванні в умовах наявності перелому кульшової западини типу 62-B1.3 за класифікацією AO/ASIF з використанням чашки стандартного розміру і чашки Jumbo cup була побудована діаграма, наведена на рис. 9.

На наведеній діаграмі видно, що використання чашки великого діаметра дає неоднозначні результати. З одного боку, це дозволяє знизити рівень напружень уздовж верхнього краю кульшової западини і, відповідно, навколо верхніх гвинтів, що фіксують чашку ендопротеза. Це відбувається за рахунок збільшення площі контакту чашки з кістковою тканиною саме у верхній частині, на яку припадає основне навантаження. У той же час значно збільшуються величини напружень у центральній зоні дна кульшової западини і вздовж лінії перелому. Це викликано тим, що при встановленні чашки більшого діаметра стоншується кортикальний шар кульшової западини, який забезпечує міцність кісток і приймає на себе основні навантаження. У зв'язку з цим виникає питання доцільності використання чашки Jumbo cup при переломах даного типу. Можливо, краще її використовувати за наявності дірчастого дефекту дна кульшової западини, коли кортикальний шар взагалі відсутній. У такому випадку зниження напружень по верхньому краю западини буде значною перевагою.

Дані про величини напружень у фіксуючих елементах моделей кульшового суглоба при його ендопротезуванні в умовах перелому дна кульшової западини з використанням чашки стандартного розміру [4] і чашки Jumbo cup наведені в табл. 3.

Діаграма, наведена на рис. 10, дозволяє здійснити наочне порівняння величин напружень у фіксуючих елементах моделей кульшового суглоба при його ендопротезуванні в умовах наявності перелому кульшової западини типу 62-B1.3 за класифікацією AO/ASIF.

Як бачимо на діаграмі, за критерієм величини напружень на фіксуючих елементах моделі перевага чашки Jumbo cup полягає тільки в зниженні величини напружень на гвинтах, що фіксують вільний фрагмент заднього краю кульшової западини.

Висновки

1. Використання чашки великого діаметра дозволяє знизити рівень напружень уздовж верхнього краю кульшової западини і, відповідно, навколо верхніх гвинтів,

Таблиця 2. Величини напружень у контрольних точках на кісткових елементах моделей кульшового суглоба при його ендопротезуванні в умовах наявності перелому кульшової западини типу 62-B1.3 за класифікацією AO/ASIF

Контрольні точки		Напруження, МПа		
№	Ділянка	Варіант 1	Варіант 2	Варіант 3
1	Передньоверхня ділянка кульшової западини	23,3	22,8	23,0
2	Задньоверхня ділянка кульшової западини	16,9	15,5	15,5
3	Середина кульшової западини	35,7	31,6	29,7
4	Зона перелому кульшової западини	24,9	22,1	20,4
5	Зона перелому фрагмента	24,0	22,1	22,6
6	Фрагмент	2,5	1,6	1,3
7	Вхід передньоверхнього гвинта	0,2	0,2	0,2
8	Вхід задньоверхнього гвинта	0,2	0,2	0,2
9	Вхід верхнього гвинта	0,2	0,2	0,2
10	Вхід центрального гвинта	0,2	0,2	0,2
11	Вхід передньонижнього гвинта	21,9	19,8	19,3
12	Вхід задньонижнього гвинта	3,2	2,1	2,6

Таблиця 3. Величини напружень у контрольних точках моделей кульшового суглоба при його ендопротезуванні в умовах наявності перелому кульшової западини типу 62-B1.3 за класифікацією AO/ASIF

Контрольні точки	Напруження, МПа		
	Варіант 1	Варіант 2	Варіант 3
Гвинти, чашка	65,8	36,4	37,8
Гвинти, фрагмент	192,7	164,9	171,2
Гвинти, пластина	53,9	40,7	
Передній стрижень		62,5	62,4
Задній стрижень			32,2

що фіксують чашку ендопротеза. У той же час значно збільшуються величини напружень у центральній зоні дна кульшової западини і вздовж лінії перелому.

2. Використання додаткових засобів остеосинтезу дозволяє знизити рівень напружень в кісткових елементах моделі, а також на гвинтах, які фіксують чашку ендопротеза.

3. За критерієм величини напружень на фіксуючих елементах моделі перевага чашки Jumbo cup полягає тільки в зниженні величини напружень на гвинтах, що фіксують вільний фрагмент заднього краю кульшової западини. На інших фіксуючих елементах рівень напружень дорівнює показникам моделей із чашкою стандартного розміру.

Конфлікт інтересів. Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів і власної фінансової зацікавленості при підготовці даної статті.

Список літератури

1. McLaughlin J.R., Lee K.R. Acetabular revision arthroplasty using an uncemented deep profile jumbo component: a ten to sixteen year follow-up study. J. Arthroplasty. 2018. 33. 496-9. 10.1016/j.arth.2017.09.002.

2. Jo W.L., Lim Y.W., Im J.H., Kim S.C., Kwon S.Y., Kim Y.S. Comparative study of peripheral rim fixation using jumbo cup in revisional hip arthroplasty. Hip Pelvis. 2017. 29. 24-9. 10.5371/hp.2017.29.1.24.

3. Бондаренко С.Є., Денисенко С.А., Карпінський М.Ю., Яресько О.В. Дослідження впливу чашок ендопротезів кульшових суглобів із пористого титану на розподіл напружень у кістковій тканині (математичне моделювання). Травма. 2021. 22(3). 28-37. DOI: 10.22141/1608-1706.3.22.2021.236320.

4. Вирва О.Є., Ватаманіца Д.Б., Карпінський М.Ю., Яресько О.В. Перелом вертлюгової западини типу 62-B1.3 (AO/ASIF). Напружено-деформований стан системи «ендопротез — таз» (частина перша). Травма. 2022. Т. 23. № 6.

5. Березовский В.А., Колотилов Н.Н. Биофизические характеристики тканей человека: Справочник. Київ: Наукова думка, 1990. 224 с.

6. Васюк В.Л., Коваль О.А., Карпінський М.Ю., Яресько О.В. Математичне моделювання варіантів остеосинтезу переломів дистального метаепіфіза великогомілкової кістки типу С1. Травма. 2019. 20(1). 37-46. DOI: 10.22141/1608-1706.1.20.2019.158666.

7. Корж М.О., Романенко К.К., Прозоровський Д.В., Карпінський М.Ю., Яресько О.В. Математичне моделювання впливу деформації кісток гомілки на навантаження суглобів нижньої кінцівки. Травма. 2016. 17(3). 23-24.

8. Gere J.M., Timoshenko S.P. Mechanics of Material. 1997. P. 912.

9. Mitsuo Niinomi. Mechanical biocompatibilities of titanium alloys for biomedical applications. Journal of the mechanical behavior of biomedical materials 1. 2008. 30. 42. doi: 10.1016/j.jmbbm.2007.07.001.

10. Tyazhelov O., Filipenko V., Yaresko O., Bondarenko S. Математична модель таза для розрахунку його напружено-деформованого стану. Ортопедия, травматология и протезирование. 2015. 1. 25-33. https://doi.org/10.15674/0030-59872015125-33.

11. Тяжелов А.А., Карпинский М.Ю., Карпинская Е.Д., Гончарова Л.Д., Климовицкий Р.В. Моделирование работы мышц тазового пояса после эндопротезирования тазобедренного сустава при различной величине общего бедренного офсета. Травма. 2017. 18(6). 133-140. DOI: 10.22141/1608-1706.6.18.2017.121191.

12. Зенкевич О.К. Метод конечных элементов в технике. Москва: Мир, 1978. 519 с.

13. Алямовский А.А. SolidWorks/COSMOSWorks. Инженерный анализ методом конечных элементов. Москва, ДМК Пресс, 2004. 432 с.

Отримано/Received 04.01.2023
Рецензовано/Revised 19.01.2023
Прийнято до друку/Accepted 25.01.2023

Information about authors

Vyrva Oleg, MD, PhD, Professor, Head Doctor, State Institution "Sytenko Institute of Spine and Joint Pathology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine", Kharkiv, Ukraine; phone +380 (57) 700-11-27; e-mail: dr.olegvyrva@gmail.com; https://orcid.org/0000-0003-0597-4472.

Vatamanitsa Dmitro, PhD-student of the Department of Bone Oncology, State Institution "Sytenko Institute of Spine and Joint Pathology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine", Kharkiv, Ukraine; phone +380 (57) 725-14-74; e-mail: dmitryvatamanica@gmail.com; https://orcid.org/0000-0002-0713-3303

Mykhailo Karpinsky, Senior Research Fellow of biomechanics laboratory, State Institution "Sytenko Institute of Spine and Joint Pathology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine", Kharkiv, Ukraine; phone +380 (57) 725-14-74; e-mail: korab.karpinsky9@gmail.com; https://orcid.org/0000-0002-3004-2610

Yaresko Olexander, Junior Research Fellow of biomechanics laboratory, State Institution "Sytenko Institute of Spine and Joint Pathology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine", Kharkiv, Ukraine; phone +380 (57) 725-14-74; avyresko@gmail.com; https://orcid.org/0000-0002-2037-5964

Conflicts of interests. Authors declare the absence of any conflicts of interests and own financial interest that might be construed to influence the results or interpretation of the manuscript.

O.Ye. Vyrva, D.B. Vatamanitsa, M.Yu. Karpinsky, O.V. Yaresko
State Institution "Sytenko Institute of Spine and Joint Pathology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine", Kharkiv, Ukraine

Acetabular fracture type 62-B1.3 (AO/ASIF). Stress-strain state of the endoprosthesis-pelvis system (part two)

Abstract. ***Background.*** The use of the Jumbo cup is one of the most common options, which solves the problem of reliable installation of the acetabular component in extensive acetabular defects of Paprosky IIIa-IIIb. When implanting an oversized acetabular component, a wide treatment of the acetabulum is performed with the formation of a native bone bed of an increased area, which, in turn, forms a more reliable support for fixing the cup with an acceptable proximalization of the joint rotation center. The purpose

was to investigate the changes in the stress values of the hip joint model during its arthroplasty using the Jumbo cup in the presence of acetabular fracture type 62-B1.3 according to the AO/ASIF classification using various osteosynthesis options. ***Materials and methods.*** A basic model of the human pelvic girdle with femurs was developed on which a 62-B1.3 acetabular floor fracture was modeled according to the AO/ASIF classification. Arthroplasty options using the Jumbo cup and elements of osteosynthesis were considered: fixation of a fragment of the posterior acetabular wall with two screws and a bone plate; fixation of a fragment of the posterior acetabular wall with two screws and a bone plate, a long screw in the posterior column; fixation of the fragment of the posterior acetabular wall with two screws, long screws in the anterior and posterior columns. A vertical distributed force of 540 N was applied to the models. Between the greater trochanter of the left femur and the iliac wing, the action of the thigh adductors was simulated by introducing the appropriate forces: gluteus medius — 1150 N and gluteus minimus — 50 N. ***Results.*** Using the Jumbo cup gives ambiguous results. On the one hand, this allows you to reduce the level of stress along the upper edge of the acetabulum, and, accordingly, around the upper screws that fix the endoprosthesis cup. This happens due to an increase in area of the cup contact with the bone tissue in the upper part, which bears the main load. At the same time, stress values in the central zone of the acetabular floor and along the fracture line increase significantly. This is caused by the fact that when installing a cup with a larger diameter, the cortical layer of the acetabulum, which ensures the strength of the bones and takes on the main loads, thins. ***Conclusions.*** The use of a large-diameter cup allows reducing the stress level along the upper edge of the acetabulum, and, accordingly, around the upper screws fixing the endoprosthesis cup. At the same time, stress values in the central zone of the acetabular floor and along the fracture line increase significantly. The use of additional means of osteosynthesis allows reducing the stress level in the bone elements of the model, as well as on the screws that fix the cup of the endoprosthesis. According to the criterion of stress value on the fixing elements of the model, the advantage of the Jumbo cup consists only in reducing the stress value on the screws that fix the free fragment of the posterior acetabular edge. On other fixing elements, the stress level is equal to that of models with a standard size cup.

Keywords: acetabulum; fracture; arthroplasty; osteosynthesis; deformity

DOI: https://doi.org/10.22141/1608-1706.1.24.2023.926

Гур'єв С.О.[1], Кушнір В.А.[2], Соловйов О.С.[2]
[1]Державний заклад «Український науково-практичний центр екстреної медичної допомоги та медицини катастроф МОЗ України», м. Київ, Україна
[2]Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту, м. Київ, Україна

Клініко-епідеміологічна характеристика дорожньо-транспортної травми в умовах мегаполіса

Резюме. ***Актуальність.*** *Проблема дорожньо-транспортного травматизму залишається актуальною як у мирний, так і у воєнний час; особливого значення ця проблема набуває в умовах мегаполіса. На сьогодні практично не існує науково обґрунтованих протоколів (Clinical Pathways) надання медичної допомоги постраждалим з травмою внаслідок дорожньо-транспортних пригод (ДТП). Основною причиною є відсутність даних клініко-епідеміологічного аналізу як фундаментального підґрунтя для створення протоколів та клінічних маршрутів.* ***Матеріали та методи.*** *Нами було піддано аналізу 1139 випадків дорожньо-транспортної травми у постраждалих в умовах мегаполіса, масив дослідження було сформовано методом незворотної рандомізації з масиву понад 12 000 постраждалих. Було вивчено основні клініко-епідеміологічні ознаки та їх співвідношення. Особливу увагу було приділено ознаці участі у русі. Усі результати аналізу перебувають у межах поля вірогідності.* ***Результати.*** *У результаті вивчення встановлено, що питома вага постраждалих чоловіків майже вдвічі перевищує питому вагу жінок, до того ж летальність серед постраждалих жінок вдвічі менше, ніж чоловіків. Чоловіки переважають серед активних учасників руху (водії та пішоходи), жінки — пасивних (пасажири). В обох статевих групах переважають особи працездатного віку, при цьому дисипація розподілу менш виражена у жінок. Найбільшу питому вагу мають водії працездатного віку. Активні учасники дорожнього руху мають теоретично менший шанс виживання при отриманні травми під час ДТП, ніж пасивні учасники руху. Крім того, найбільший ризик померти внаслідок ДТП також мають пішоходи.* ***Висновки.*** *1. Клініко-епідеміологічна характеристика дорожньо-транспортної травми в умовах мегаполіса є досить складним компонентом загальної характеристики дорожньо-транспортного травматизму в умовах мегаполіса як явища в цілому. 2. Результати аналізу статево-вікових ознак масиву постраждалих унаслідок дорожньо-транспортних пригод в умовах мегаполіса вказують на превалювання постраждалих осіб чоловічої статі (63,65 %), працездатного віку (21–60 років), що є важливою характеристикою медико-соціального явища дорожньо-транспортного травматизму. 3. Встановлено, що найбільш часто травмуються активні учасники дорожнього руху (водії та пішоходи) — 77,53 % сумарно, що визначає певний ризик отримання травми залежно від участі в русі. 4. Встановлено взаємозв'язок між віковою ознакою та ознакою участі в русі постраждалих при формуванні клініко-епідеміологічної характеристики дорожньо-транспортної травми в умовах мегаполіса. 5. Встановлено вплив клініко-епідеміологічних характеристик, а саме віку, статі та ознаки участі в русі, на результат перебігу травматичного процесу в постраждалих. Крім того, характеристика цього впливу потребує подальшої верифікації. 6. Клініко-епідеміологічна характеристика дорожньо-транспортної травми в умовах мегаполіса потребує подальшої ризик-орієнтованої оцінки.*

Ключові слова: *дорожньо-транспортна пригода; дорожньо-транспортна травма; клініко-епідеміологічна характеристика*

© «Травма» / «Trauma» («Travma»), 2023
© Видавець Заславський О.Ю. / Publisher Zaslavsky O.Yu., 2023

Для кореспонденції: Гур'єв Сергій Омелянович, доктор медичних наук, професор, ДЗ «Український науково-практичний центр екстреної медичної допомоги та медицини катастроф МОЗ України», вул. Братиславська, 3, м. Київ, 02166, Україна; факс: +380 (44) 518-57-08; e-mail: disastermed2@ukr.net
For correspondence: Sergiy Guryev, MD, PhD, Professor, State Institution "Ukrainian Scientific and Practical Center of Emergency Medical Care and Disaster Medicine of the Ministry of Health of Ukraine", Bratislavska st., 3, Kyiv, 02166, Ukraine; fax: +380 (44) 518-57-08; e-mail: disastermed2@ukr.net

Вступ

Дорожньо-транспортний травматизм продовжує зростати за абсолютними та інтенсивними показниками, незважаючи на деяке зниження смертності внаслідок дорожньо-транспортних пригод (ДТП). Підсумки десятиліття безпеки дорожнього руху дозволяють стверджувати, що заходи профілактики дорожньо-транспортного травматизму, особливо медичної профілактики, не є ефективними та адекватними в ситуації, що склалася. Основними причинами такого стану профілактики є практично повна відсутність науково обґрунтованої комплексної клініко-епідеміологічної характеристики дорожньо-транспортної травми як медико-соціального явища, що фактично означає відсутність фундаментального підґрунтя для формування програм та заходів медичної профілактики.

Зважаючи на те, що значну частину дорожньо-транспортних травм отримують мешканці великих міст, ми вважали за доцільне вивчити та проаналізувати дорожньо-транспортну травму саме в умовах мегаполіса.

Мета дослідження: визначити та сформувати клініко-епідеміологічну характеристику дорожньо-транспортного травматизму як медико-соціального явища в умовах мегаполіса.

Особливого значення ця проблема набуває за умов воєнного часу та руйнування інфраструктури мегаполіса, що підвищує ризик виникнення ДТП з медико-соціальними наслідками.

Матеріали та методи

Дослідження проводилося на моделі натурного типу, яку було сформовано відповідно до критеріїв та вимог закону великих чисел. Як таку натурну модель було обрано місто Київ як таке, що відповідає всім вимогам та критеріям моделі натурного типу мегаполіса.

Обсяг дослідження становив 1139 випадків постраждалих, які отримали відповідні пошкодження внаслідок дорожньо-транспортних пригод. Такий обсяг перевищує значення необхідного і достатнього, що було розраховано відповідно до закону великих чисел. Масив дослідження було сформовано методом незворотної рандомізації за методологією випадкових чисел із загального масиву понад 12 000 постраждалих. Дослідження проводилося за період 2018–2020 років.

Був проведений аналіз за основними клініко-епідеміологічними ознаками із застосуванням закону диз'юнкції та непараметричних методів статистичного аналізу й комп'ютерних технологій.

Результати та обговорення

Гендерна ознака є однією з найважливіших клініко-епідеміологічних ознак, зважаючи на необхідність верифікації впливу цієї ознаки на генезис травми, характер та результат перебігу травматичного процесу. До того ж гендерна ознака є одним з основних компонентів характеристики дорожньо-транспортної травми як медико-соціального явища. Результати розподілу масиву постраждалих унаслідок ДТП наведено в табл. 1.

Дані, наведені в табл. 1, вказують на таке: постраждалі чоловічої статі за питомою вагою переважають над жінками, а коефіцієнт співвідношення становить 1,75. Слід зауважити, що в обох гендерних групах суттєво превалюють чоловіки (95,03 %) та жінки, які одужали (96,62 %)

Різниця постраждалих за питомою вагою тих, хто одужав, становить 1,58 % в абсолютному значенні інтенсивного показника. Цей показник перебуває в межах статистичної похибки. Отже, вірогідно встановити вплив гендерної ознаки на результат перебігу травматичного процесу в постраждалих унаслідок ДТП не є можливим.

Для визначення та верифікації впливу ознаки віку на формування дорожньо-транспортного травматизму як явища було проведено інтегральний аналіз розподілу масиву постраждалих за ознакою віку в результативних групах, дані аналізу наведені в табл. 2.

Аналізуючи дані, які наведено в табл. 2, у цілому можна стверджувати, що постраждалі, які вижили, становлять значну більшість у всіх вікових групах; окрім того, у групах працездатного віку варіація становить близько 1,8 % показника базового рівня, тобто перебуває в межах статистичної похибки.

Показник виживаності в групі старше 71 року є дуже великим для постраждалих цієї категорії та становить 83,58 %, і на це слід зважати. Крім того, слід звернути увагу на те, що значення показника розподілу у вікових групах за питомою вагою є дуже схожим на характеристики загального масиву постраждалих даної моделі.

Таблиця 1. Інтегральний аналіз розподілу масиву постраждалих за статевою ознакою у результативних групах (%)

Стать	Результат перебігу травматичної хвороби						Разом
	Вижили			Померли			
	*	**	***	*	**	***	
Чоловіки	60,49	95,03	63,27	3,16	4,97	72,0	63,65
Жінки	35,12	96,62	36,73	1,23	3,38	28	36,35
Разом	95,61		100	4,39		100	100

Примітки: * — розподіл постраждалих у загальному масиві; ** — розподіл постраждалих у статевій групі за результатом перебігу травматичного процесу; *** — розподіл постраждалих у результативних групах за ознакою статі.

Таблиця 2. Інтегральний аналіз розподілу масиву постраждалих за ознакою віку в результативних групах

Вік, років	Результат перебігу травматичної хвороби						Разом	
	Вижили			Померли				
	Абс.	%*	%**	Абс.	%*	%**	Абс.	%
До 20	68	91,89	6,24	6	8,11	12,0	74	6,50
21–30	271	97,83	24,89	6	2,17	12,0	277	24,32
31–40	268	96,75	24,61	9	3,25	18,0	277	24,32
41–50	199	96,14	18,27	8	3,86	16,0	207	18,18
51–60	121	96,03	11,11	5	3,97	10,0	126	11,06
61–70	106	95,50	9,74	5	4,50	10,0	111	9,74
71 і старше	56	83,58	5,14	11	16,41	22,0	67	5,88
Разом	1089		100	50		100	1139	100

Примітки: * — розподіл у віковій групі за результатом перебігу травматичного процесу; ** — розподіл у результативних групах за ознакою віку.

З іншої сторони, привертає увагу характер розподілу загиблих у масиві моделі, що досить суттєво відрізняється від показника розподілу в загальному масиві, за винятком груп до 20 років (12,0 та 6,5 % відповідно) і від 71 року (22,0 та 5,88 % відповідно).

Вищезазначене свідчить на користь того, що вплив ознаки віку у постраждалих цієї моделі на перебіг травматичного процесу не є однозначним, оскільки його сила та характер мають різні значення.

Оскільки ознака статі є важливою у характеристиці ДТП як явища в цілому, ми провели аналіз розподілу масиву травмованих за ознакою участі в русі у статевих групах, дані наведено у табл. 3.

Дані, які наведено в табл. 3, вказують на те, що у групах водіїв та пасажирів переважають особи чоловічої статі. Так, у групі водіїв питома вага чоловіків становить 88,55 %, а пішоходів — 46,53 %.

Слід зауважити, що у групі пасивних учасників руху — пасажирів питома вага становить тільки 37,50 %, що на 14,53 % в абсолютному значенні інтенсивного показника або на 35,74 % показника базового рівня вище від показника загального масиву. Співвідношення між особами чоловічої та жіночої статі у водіїв становить 7,7, у пішоходів — 1,3, а у пасажирів — 0,6 %, тобто існує залежність від гендерної ознаки постраждалих.

Чоловіки-пішоходи, які отримали травму внаслідок дорожньо-транспортної пригоди, становлять 31,98 %, що на 4,98 % в абсолютному значенні інтенсивного показника або на 13,50 % показника базового рівня менше за показник загального масиву.

Пасажири становлять серед чоловіків за питомою вагою 12,92 % постраждалих, що на 9,55 % в абсолютному значенні інтенсивного показника або на 42,50 % показника базового рівня більше за показник питомої ваги загального масиву дослідження.

Серед осіб жіночої статі водії становлять 13,39 %, що на 27,26 % в абсолютному значенні інтенсивного показника або на 67,06 % показника базового рівня менше за показник водіїв у загальному масиві. Пішоходи становлять 46,21 % серед постраждалих осіб жіночої статі, що на 9,33 % в абсолютному значенні інтенсивного показника або на 25,30 % показника базового рівня більше за показник загального масиву.

Пасивні учасники дорожнього руху (пасажири) становлять 40,40 % травмованих жінок, що на 12,93 % в

Таблиця 3. Інтегральний аналіз розподілу масиву постраждалих за ознакою участі в русі у статевих групах

Ознака участі в русі	Статева група						Разом	
	Чоловіки			Жінки				
	Абс.	%*	%**	Абс.	%*	%**		
Водій	410	88,55	55,18	53	11,44	13,39	463	40,65
Пасажир	96	37,50	12,92	160	62,50	40,40	256	22,47
Пішохід	237	56,43	31,90	183	43,57	46,21	420	36,88
Разом	743		100	396		100	1139	100

Примітки: * — розподіл у групі за участю в русі за ознакою статі; ** — розподіл у статевій групі за ознакою участі в русі.

Таблиця 4. Інтегральний аналіз розподілу масиву постраждалих моделі за ознакою участі в русі в результативних групах

Ознака участі в русі	Результативна група						Разом	
	Вижили			Померли				
	Абс.	%*	%**	Абс.	%*	%**		
Водій	449	96,98	41,23	14	3,02	28,0	463	40,65
Пасажир	252	98,43	23,14	4	1,56	8,0	256	22,47
Пішохід	388	92,38	35,63	32	7,62	64,0	420	36,88
Разом	1089		100	50		100	1139	100

Примітки: * — розподіл у групі за участю в русі у результативних групах; ** — розподіл у результативній групі за ознакою участі в русі.

абсолютному значенні інтенсивного показника або на 57,54 % показника базового рівня вище за показник пасажирів загального масиву.

Підсумовуючи вищенаведене, можна відзначити, що результати інтегрального аналізу дозволяють стверджувати, що у цій моделі існує перевага постраждалих чоловіків серед активних учасників дорожнього руху, а серед пасивних учасників дорожнього руху переважають постраждалі жіночої статі.

З метою вивчення впливу ознаки участі в русі на результат перебігу травматичної хвороби у травмованих унаслідок ДТП було проведено інтегральний аналіз розподілу масиву постраждалих моделі за ознакою участі в русі в результативних групах. Відповідні дані наведено в табл. 4.

Аналізуючи дані, які наведено в табл. 4, можна встановити, що показник виживання у всіх учасників дорожнього руху значно перевищує показник летальності. Хоча ця тенденція більш виражена у пасивних учасників руху — пасажирів, у яких співвідношення вижили/померли — 63,01 %, трохи менший такий показник у водіїв — 32,1 % і значно менший у пішоходів — 12,1 %.

Отже, в основному пасажири гинуть відносно менше за активних учасників руху — водіїв і пішоходів. У травмованих унаслідок ДТП найбільший ризик виникнення негативного перебігу травматичного процесу відзначається у групі пішоходів.

Також серед постраждалих, які вижили, водії становлять 41,23 %, це практично подібно до показника загального масиву — 40,65 %. Окрім того, різниця за абсолютним значенням інтегрального показника масиву у пасажирів також є незначною (0,67 %) на користь загального масиву дослідження.

У результативній групі тих, що померли, водії становлять 28,0 %, що на 12,67 % в абсолютному значенні інтегрального показника або на 31,05 % показника базового рівня менше за показник загального масиву.

У групі пішоходів питома вага постраждалих становить 64,0 %, що на 27,12 % в абсолютному значенні інтегрального показника або на 73,54 % показника базового рівня більше за показник загального масиву моделі.

У групі пасажирів питома вага постраждалих становить тільки 8 %, що на 14,47 % в абсолютному значенні інтегрального показника або на 64,40 % показника базового рівня нижче за значення питомої ваги пасажирів загального масиву.

Таблиця 5. Інтегральний аналіз розподілу масиву дослідження за ознакою участі в русі у вікових групах

Вік, років	Ознака участі в русі									Разом	
	Водій			Пасажир			Пішохід				
	Абс.	%*	%**	Абс.	%*	%**	Абс.	%*	%**		
До 20	23	31,08	4,97	21	28,38	8,21	30	40,54	7,15	74	6,50
21–30	131	47,29	28,29	63	22,74	24,61	83	29,97	19,76	277	24,32
31–40	143	51,62	30,89	52	18,77	20,31	82	29,61	19,52	277	24,32
41–50	88	42,51	19,00	34	16,43	13,28	85	41,06	20,24	207	18,18
51–60	50	39,68	10,80	31	24,60	12,11	45	35,72	10,71	126	11,06
61–70	20	18,02	4,32	37	33,33	14,45	54	48,65	12,86	111	9,74
71 і старше	8	11,94	1,73	18	26,87	7,03	41	61,19	9,76	67	5,88
Разом	463		100	256		100	420		100	1139	100

Примітки: * — розподіл у вікових групах за ознакою участі в русі; ** — розподіл у групах за ознакою участі в русі за віком.

Узагальнюючи вищенаведене, можна стверджувати, що активні учасники дорожнього руху мають теоретично менший шанс виживання при отриманні травми під час ДТП, ніж пасивні учасники руху. Крім того, найбільший ризик померти внаслідок ДТП також мають пішоходи.

З метою більш ретельного опису внеску вікової ознаки та ознаки участі у русі у формування клініко-епідеміологічної характеристики дорожньо-транспортної травми нами було проведено розподіл масиву вивчення за ознакою участі в русі у вікових групах. Дані розподілу наведено у табл. 5.

Результати аналізу даних, що наведено в табл. 5, мають певні закономірності розподілу масиву вивчення за ознакою участі в русі у вікових групах. Питома вага у групах за ознакою участі в русі вказує на те, що має місце зростання питомої ваги постраждалих за ознакою віку у водіїв до 31–40 років з подальшим зниженням питомої ваги. Щодо пішоходів, то в цілому в групі 21–30 років спостерігається тенденція до зростання питомої ваги постраждалих. Така ж тенденція, але не настільки виражена має місце у пасивних учасників дорожнього руху (пасажирів).

У всіх вікових групах постраждалих переважають активні учасники дорожнього руху — водії та пішоходи, причому у віці до 60 років переважають саме водії. Також привертає увагу переважання пішоходів (61,19 %) серед усіх постраждалих старше 71 року.

Узагальнюючи вищевикладене, варто зауважити, що існує виражена дисипація розподілу масиву постраждалих унаслідок ДТП за ознакою участі в русі у вікових групах. Це, у свою чергу, свідчить про взаємозв'язок ознаки участі в русі та вікової ознаки постраждалих у формуванні цілісної характеристики дорожньо-транспортної травми як явища.

Висновки

1. Клініко-епідеміологічна характеристика дорожньо-транспортної травми в умовах мегаполіса є досить складним компонентом загальної характеристики дорожньо-транспортного травматизму в умовах мегаполіса як явища в цілому.

2. Результати аналізу статево-вікових ознак масиву постраждалих внаслідок дорожньо-транспортних пригод в умовах мегаполіса вказують на превалювання постраждалих осіб чоловічої статі (63,65 %), працездатного віку (21–60 років), що є важливою характеристикою медико-соціального явища дорожньо-транспортного травматизму.

3. Встановлено, що найчастіше травмуються активні учасники дорожнього руху (водії та пішоходи) — 77,53 % сумарно, що визначає певний ризик отримання травми залежно від участі в русі.

4. Встановлено взаємозв'язок між віковою ознакою та ознакою участі в русі постраждалих при формуванні клініко-епідеміологічної характеристики дорожньо-транспортної травми в умовах мегаполіса.

5. Встановлено вплив клініко-епідеміологічних характеристик, а саме віку, статі та ознаки участі в русі, на результат перебігу травматичного процесу в постраждалих. Крім того, характеристика цього впливу потребує подальшої верифікації.

6. Клініко-епідеміологічна характеристика дорожньо-транспортної травми в умовах мегаполіса потребує подальшої ризик-орієнтованої оцінки.

Конфлікт інтересів. Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів та власної фінансової зацікавленості при підготовці даної статті.

Список літератури

1. Богдан О.В. Дорожно-транспортный травматизм в современных условиях. Травма. 2010. № 2. С. 123-126.

2. Гур'єв С.О., Євдошенко В.П., Сацик С.П. Клініконозологічна структура пошкоджень довгих кісток у постраждалих внаслідок дорожньо-транспортних пригод. Травма. 2015. № 1. С. 60-63.

3. Pérez K., Lardelli P., Ramírez R., González-Luque J.C. Road traffic injuries: an example of public health. Gac. Sanit. 2015. Vol. 29. Suppl. 1. P. 2-3.

4. Сараєв О.В. Аналіз сучасних показників дорожньо-транспортних пригод. Вестник Харьков. нац. автомобильно-дорож. ун-та. 2013. Вып. 63. С. 101-106.

5. Статистика ДТП [Електронний ресурс]. Режим доступу: URL: http://www.sai.gov.ua. Назва з екрана.

6. Мельниченко О.І., Грисюк Ю.С., Гаранський О.В., Чечет А.М. Дорожньо-транспортні пригоди в м. Києві та їх наслідки. Управління проектами, системний аналіз і логістика. Технічна серія. 2011. Вип. 8. С. 234-238.

7. Гур'єв С.О., Кушнір В.А., Нацевич Р.О. Полісистемні пошкодження, поєднані з екзогенною інтоксикацією. Проблеми лікувально-діагностичної тактики. Збірник наукових праць XVII з'їзду ортопедів-травматологів України, 5–7 жовтня 2016 р. Київ, 2016. С. 42-43.

8. Статистика аварійності в Україні. Управління безпеки дорожнього руху Департаменту превентивної діяльності Національної поліції України. Режим доступу: http://www.sai.gov.ua/ua//ua/static/21.htm. Назва з екрану.

9. Banerjee M., Bouillon B., Shafizadeh S. [et al.]. Epidemiology of extremity injuries in multiple trauma patients. Injury. 2013. Vol. 44. № 8. P. 1015-1021.

10. RusMa D., Peek-Asa C., Baragan E.A. [et al.]. Epidemiology of Road Traffic Injuries Treated in a Large Romanian Emergency. Traffic Injury Prevention. 2015. Vol. 16. P. 835-841.

11. Shyshchuk V.D., Kornus A.O., Kornus O., Dominas V. Road traffic injuries and regional system of trauma care: medical and territorial aspects (case study of Sumy region). Journal of Education, Health and Sport. 2016. Vol. 6 (9). P. 460-470.

12. Гоженко А.І., Біла Ю.С. Проблеми виникнення дорожньо-транспортних пригод та дорожньо-транспортного травматизму в Україні. Можливі шляхи їх вирішення. Акт. пробл. транспорт. медицины. 2012. № 3. С. 11-22.

13. Hyder A., Hoe C., Hijar M., Peden M. The political and social contexts of global road safety: challenges for the next decade. The Lancet. 2022 July 9–15. Vol. 400. Issue 10346. P. 127-136.

14. Razzak Junaid A., Bhatti Junaid, Wright Kate, Nyirenda Mulinda, Tahir Muhammad Ramzan, Hyder Adnan A. Im-

provement in trauma care for road traffic injuries: an assessment of the effect on mortality in low-income and middle-income countries. The Lancet. 2022 July 9–15. Vol. 400. Issue 10348. P. 251-336.

15. Whitaker J., O'Donohoe N., Denning M. Assessing trauma care systems in low-income and middle-income countries: a systematic review and evidence synthesis mapping the Three Delays framework to injury health system assessments. BMJ Global Health. 2021. 6. e004324.

Отримано/Received 13.01.2023
Рецензовано/Revised 20.01.2023
Прийнято до друку/Accepted 27.01.2023

S.O. Guryev[1], V.A. Kusnir[2], O.S. Soloviov[2]
[1]State Institution "Ukrainian Scientific and Practical Center of Emergency Medical Care and Disaster Medicine of the Ministry of Health of Ukraine", Kyiv, Ukraine
[2]Institute of Public Administration and Research in Civil Protection, Kyiv, Ukraine

Clinical and epidemiological characteristics of road traffic injuries in the conditions of a metropolis

Abstract. ***Background.*** The problem of traffic injuries remains relevant, both in peacetime and in wartime; this problem is of particular importance in the conditions of a metropolis. At the moment, there are practically no scientifically based protocols (Clinical Pathways) for the provision of medical care to the victims with road accident injuries. The main cause is the lack of clinical and epidemiological analysis data as a fundamental basis for creating protocols and clinical routes. ***Materials and methods.*** We analyzed 1,139 cases of road traffic injuries among victims in the conditions of a metropolis, they were selected by the method of irreversible randomization from an array of more than 12,000 patients. The main clinical and epidemiological signs and their correlation were studied. Particular attention was given to the sign of participation in the traffic. All results of the analysis are within the range of probability. ***Results.*** It was found that the specific weight of affected men is almost twice as high as the specific weight of women; moreover, the mortality rate among affected women is half that of men. Men predominate among active road participants (drivers and pedestrians), women — passive ones (passengers). In both gender groups, persons of working age predominate, while the dissipation of the distribution is less pronounced in women. Drivers of working age have the highest specific weight. Active road users theoretically have a lower chance of survival when injured in a road accident than passive road users. In addition, pedestrians also have the highest risk of dying as a result of a road accident. ***Conclusions.*** 1. The clinical and epidemiological characteristics of road traffic injuries in the conditions of a metropolis is a rather complex component of the general characteristics of road traffic injury rate in the conditions of a metropolis as a whole. 2. The results of the analysis of gender and age characteristics of the array of victims due to road traffic accidents in the conditions of a metropolis indicate that 63.65 % of them are males aged 21–60 years, which is an important characteristic of the medical and social phenomenon of road traffic injury rate. 3. It was found that active road users (drivers and pedestrians) are injured most often, 77.53 % in total, which determines a certain risk of trauma depending on participation in the traffic. 4. The relationship was revealed between the age of victims and their participation in the traffic when forming the clinical and epidemiological characteristics of road traffic injuries in the conditions of a metropolis. 5. The influence of clinical and epidemiological characteristics, namely age, gender and participation in the traffic, on the outcome of the traumatic process in the victims was determined. In addition, the nature of this impact needs further verification. 6. The clinical and epidemiological characteristics of road traffic injuries in the conditions of a metropolis require further risk-oriented assessment.

Keywords: road traffic accident; road traffic injury; clinical and epidemiological characteristics

DOI: https://doi.org/10.22141/1608-1706.1.24.2023.927

Обейдат Халед Джамал Салех[1], Карпінська О.Д.[2]
[1]Вінницький національний медичний університет ім. М.І. Пирогова, м. Вінниця, Україна
[2]ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М.І. Ситенка НАМН України», м. Харків, Україна

Інтегральна оцінка якості ходьби хворих на гонартроз до та після ендопротезування

Резюме. ***Актуальність.*** *Остеоартроз колінного суглоба супроводжується не тільки болем, але й значним порушенням патернів стояння та ходьби. Часто ускладнюється контрактурою та вираженою кульгавістю. Це впливає не тільки на стан хворого суглоба, але й на протилежний суглоб. Для оцінки якості ходьби використовують інтегральний показник якості ходьби — Functional Ambulation Perfomance Score (FAPS, FAP Score — функціональна здатність пересування). FAPS базується на основних параметрах ходьби, які отримані при дослідженні, і являє собою кількісну оцінку ходьби пацієнтів.* ***Мета:*** *оцінити якість ходьби за показником FAPS у пацієнтів з гонартрозом до та після ендопротезування колінного суглоба.* ***Матеріали та методи.*** *Обстежено 23 пацієнти з гонартрозом. Вік хворих становив у середньому 61,5 ± 9,2 року, від 36 до 73 років. Обстеження проводили після одностороннього ендопротезування. У всіх хворих ендопротезування було первинним. Обстеження проводили за допомогою системи GAITRite. Інтегральний показник (FAP) оцінюється як добрий при 85–95 %, задовільний — 70–84 % та незадовільний — нижче ніж 69 %. Знижує оцінку FAP наявність додаткових засобів опори.* ***Результати.*** *Серед хворих, які пройшли обстеження до ендопротезування, 10 (43 %) пацієнтів користувалися додатковою опорою (милицями або палицею), 13 (56 %) хворих не користувалися додатковою опорою, хоча мали виражену кульгавість. Означені особливості ходьби враховувалися при обчисленні FAP. Через 1 рік після ендопротезування палицею продовжували користуватися 2 (8,6 %) пацієнти, 3 (13, %) — користувалися додатковою опорою при тривалій ходьбі. Такі пацієнти були старші від 60 років. Визначено, що до лікування FAP хворих мав великий діапазон значень — від 47 %, що оцінюється як незадовільний стан, до 99 % — добрий результат. Це обумовлено станом хворих, які звернулися для лікування, — ранній період захворювання, коли зміни ходьби ще не набули стійких патологічних ознак, чи хворі з тривалим перебігом, коли вже були сформовані хибні звички пересування. Але, за даними аналізу, у хворих у середньому підвищився рівень FAP. Треба відмітити, що у хворих, FAP яких був більше ніж 95 %, через рік спостерігалося його зменшення на декілька відсотків, але не нижче ніж 94 %, а у хворих, FAP яких оцінювався як незадовільний, його рівень підвищився до 70 % (задовільний). Хворі похилого віку продовжували користуватися додатковими засобами опори, що також знижувало оцінку FAP, хоча рентгенологічний результат ендопротезування оцінювався як добрий. Зменшення больового синдрому та відновлення опірності кінцівки збільшує показник функціональності ходьби. Однак треба враховувати, що остеоартроз є системним захворюванням і розвивається частіше на обох колінних суглобах, часто в дегенеративний процес залучаються інші структури скелета. Тому у хворих похилого віку FAP після ендопротезування сягає задовільних значень. Треба відмітити, що ми розглядали хворих після ендопротезування на одному колінному суглобі, а це не завжди дає одразу очікуваний добрий результат.* ***Висновки.*** *Інструментальні методи дослідження ходьби хворих дозволяють визначити ступінь порушення динаміки. Ендопротезування колінного суглоба усуває больовий синдром і відновлює опірність кінцівки, що сприяє поліпшенню ходьби. Цей метод оцінки ходьби дає можливість визначити ступінь відновлення хворих та скоригувати подальші методи корекції ходьби чи план подальшого лікування.*

Ключові слова: *FAP Score; колінний суглоб; гонартроз; ходьба*

© «Травма» / «Trauma» («Travma»), 2023
© Видавець Заславський О.Ю. / Publisher Zaslavsky O.Yu., 2023

Для кореспонденції: Карпінська Олена Дмитрівна, науковий співробітник лабораторії біомеханіки, ДУ «Інститут патології хребта та суглобів імені професора М.І. Ситенка Національної академії медичних наук України», вул. Пушкінська, 80, м. Харків, 61024, Україна; +380 (57) 725-14-74; e-mail: helen.karpinska@gmail.com
For correspondence: Olena Karpinska, Research Fellow at the Department of biomechanics laboratory, State Institution "Sytenko Institute of Spine and Joint Pathology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine", Pushkinskaya st., 80, Kharkiv, 61024, Ukraine; phone +380 (57) 725-14-74; e-mail: helen.karpinska@gmail.com
Full list of authors information is available at the end of the article.

Вступ

Остеоартроз (ОА) належить до дегенеративних захворювань, при яких частіше вражаються кульшові та колінні суглоби. ОА характеризується деструктивними и гіперпластичними змінами суглобових кінців кісток та проявляється болем, дефігурацією суглобів й прогресуванням порушення їх функції.

Тенденція до збільшення загальної кількості операцій та зменшення віку пацієнтів, яким проводять ендопротезування колінного суглоба, веде до збільшення частоти ускладнень та незадовільних результатів. За даними деяких авторів, на результати ендопротезування скаржаться від 3,3 до 13,2 % хворих, інфекційні ускладнення розвиваються в 0,5–3,5 % випадків, при цьому на долю повторних втручань припадає 3,2–5,6 % [1, 2].

Остеоартроз колінного суглоба супроводжується не тільки болем, але й значним порушенням патернів стояння та ходьби. Таке ускладнення, як контрактура колінного суглоба, яке часто супроводжує хворих на гонартроз, викликає кульгавість та порушення параметрів кроків. Це впливає не тільки на стан хворого суглоба, але й на протилежний суглоб. Результатом численних досліджень ходьби хворих після тотального ендопротезування колінного суглоба можна вважати висновок, якого дійшли дослідники M. Aljehani et al. [3]. Оскільки протилежна (неоперована) кінцівка часто використовується для порівняння клінічних та біомеханічних результатів, важливо вважати, що наявність ОА впливає на схеми руху в будь-якій кінцівці. Визначено, що хворі з контралатеральним ОА коліна мають більш симетричну ходу, хоча в них є порушення з обох боків.

Для оцінки якості ходьби використовують інтегральний показник якості ходьби — Functional Ambulation Perfomance Score (FAPS, FAP Score — функціональна здатність пересування). FAPS базується на основних параметрах ходьби, які отримані при дослідженні, і являє собою кількісну оцінку ходьби пацієнтів.

Мета: оцінити якість ходьби за показником FAPS у пацієнтів з гонартрозом до та після ендопротезування колінного суглоба.

Матеріали та методи

Обстежено 23 пацієнти з гонартрозом. Вік хворих становив у середньому 61,5 ± 9,2 року, від 36 до 73 років. Обстежено 18 жінок та 5 чоловіків. У 13 хворих діагностовано двобічний гонартроз, у 7 — правобічний і у 3 — лівобічний. Обстеження проводили після одностороннього ендопротезування. У всіх хворих ендопротезування було первинним.

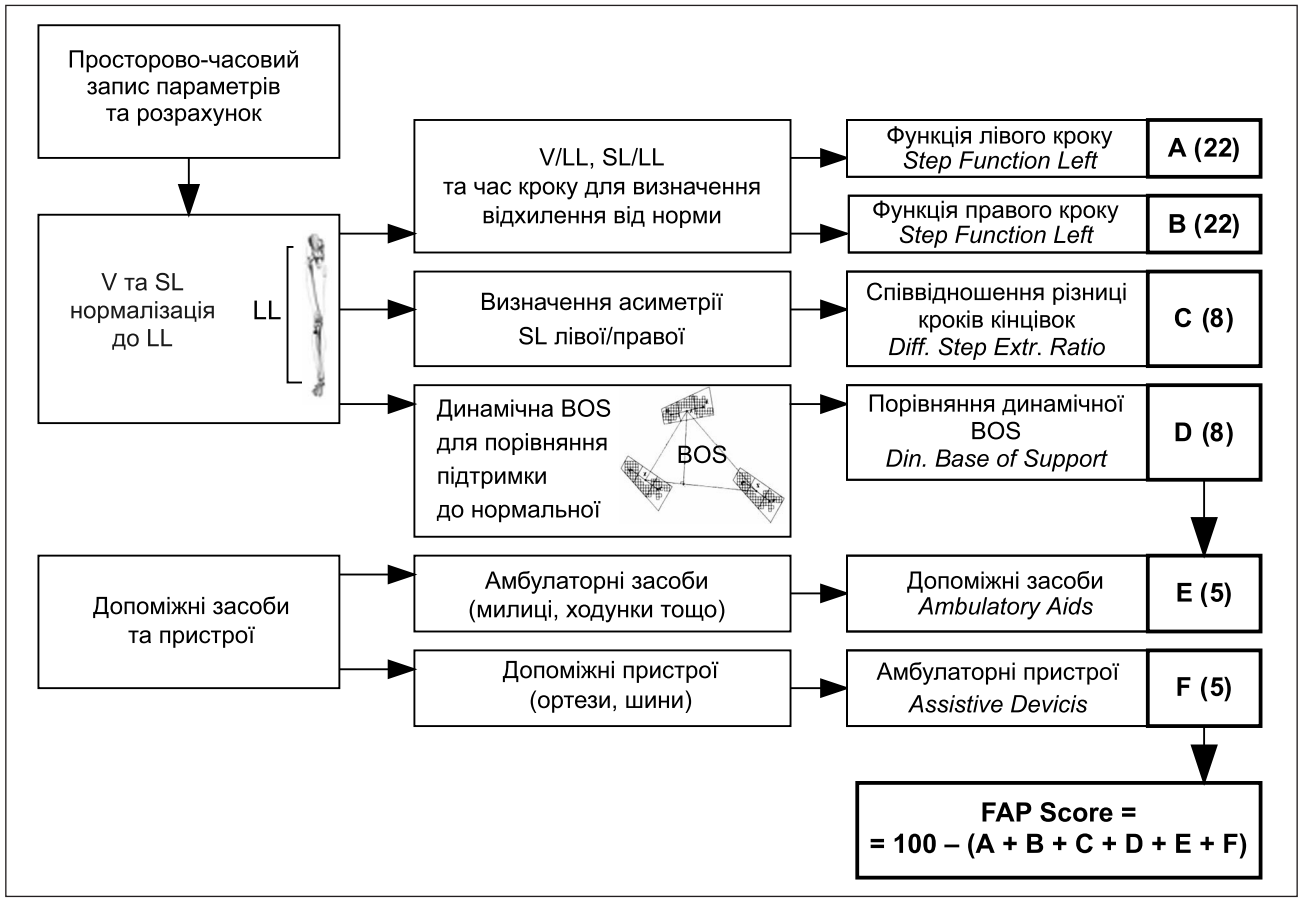


Рисунок 1. Блок-схема розрахунку функціонального показника FAP: V — velocity (швидкість); LL — Leg length (довжина кінцівок); SL — step length (довжина кроку); BOS — base of support (база підтримки)

Таблиця 1. Результати аналізу показника FAP Score (%) у хворих до та після ендопротезування колінного суглоба

Параметр		Період спостереження		Статистична значущість різниці між періодами $\overline{M \pm SD}$/t, p
		До лікування	Через 1 рік	
FAP Score, %	M ± SD Min ÷ max	79 ± 24 47,0 ÷ 99,0	85 ± 10 68,0 ÷ 99,0	–6,29 ± 19,44 t = –0,855; p = 0,425

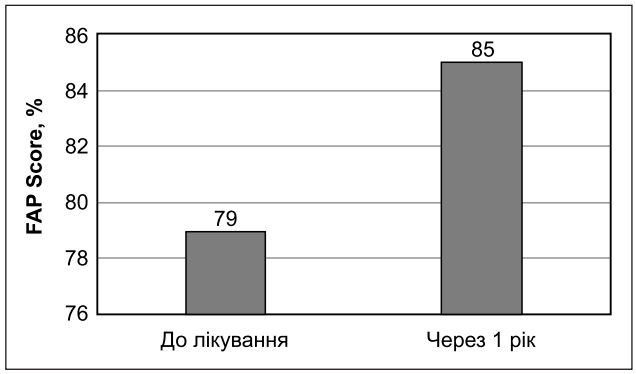


Рисунок 2. Діаграма параметра FAP у пацієнтів до та через 1 рік після ендопротезування

Обстеження проводили за допомогою системи GAITRite [4] на кафедрі нервових хвороб Вінницького національного медичного університету ім. М.І. Пирогова.

Оцінку за FAPS проводили до ендопротезування та через 1 рік після нього.

Алгоритм розрахунку FAP Score наведено на рис. 1. Цю схему запропоновано A. Gouelle [5]. FAP розраховується відніманням балів з максимальної їх кількості (100 балів) при самостійно обраній пацієнтом швидкості пересування доріжкою. Для розрахунку додатково потрібні такі дані: Step Time (sec) — час кроку, с; Step Length (cm) — довжина кроку, см; Step/Extremity Ratio — відношення довжини кроку до довжини кінцівки SL/LL; Mean Normalized Velocity — нормалізована швидкість, яка розраховується поділом швидкості на середню довжину нижніх кінцівок (V/LL); Step Length Differential, cm — асиметрія відношення SL/LL між кінцівками; H-H Base Support (BOS) — динамічна база підтримки (відстань від центру п'ятки одного відбитка до лінії прогресії, що створена двома відбитками протилежної кінцівки).

Інтегральний показник (FAP) оцінюється як добрий при 85–95 %, задовільний — 70–84 % та незадовільний — нижче ніж 69 %. Знижує оцінку FAP наявність додаткових засобів опори.

Результати

Серед хворих, які пройшли обстеження до ендопротезування, 10 (43 %) пацієнтів користувалися додатковою опорою (милицями або палицею), 13 (56 %) хворих не користувалися додатковою опорою, хоча мали виражену кульгавість. Означені особливості ходьби враховувалися при обчисленні FAP (табл. 1).

Через 1 рік після ендопротезування палицею продовжували користуватися 2 (8,6 %) пацієнти, 3 (13, %) — користувалися додатковою опорою при тривалій ходьбі. Такі пацієнти були старші від 60 років.

За даними проведеного статистичного аналізу було визначено, що до лікування FAP хворих мав великий діапазон значень — від 47 %, що оцінюється як незадовільний стан, до 99 % — добрий результат. Це обумовлено станом хворих, які звернулися для лікування, — ранній період захворювання, коли зміни ходьби ще не набули стійких патологічних ознак, чи хворі з тривалим перебігом, коли вже були сформовані хибні звички пересування. Але, за даними аналізу, у хворих у середньому підвищився рівень FAP.

Треба відмітити, що у хворих, FAP яких був більше ніж 95 %, через рік спостерігалося його зменшення на декілька відсотків, але не нижче ніж 94 %, у хворих, FAP яких оцінювався як незадовільний, його рівень підвищився до 70 % (задовільний). Хворі похилого віку продовжували користуватися додатковими засобами опори, що також знижувало оцінку FAP, хоча рентгенологічний результат ендопротезування оцінювався як добрий. Динаміка FAP наведена на рис. 2.

Зменшення больового синдрому та відновлення опірності кінцівки збільшує показник функціональності ходьби. Однак треба враховувати, що остеоартроз є системним захворюванням і розвивається частіше на обох колінних суглобах, часто в дегенеративний процес залучаються інші структури скелета. Тому у хворих похилого віку FAP після ендопротезування сягає задовільних значень. Треба відмітити, що ми розглядали хворих після ендопротезування на одному колінному суглобі, а це не завжди дає одразу очікуваний добрий результат.

Висновки

Інструментальні методи дослідження ходьби хворих дають можливість визначити ступінь порушення динаміки. Ендопротезування колінного суглоба усуває больовий синдром і відновлює опірність кінцівки, що сприяє поліпшенню ходьби. Цей метод оцінки ходьби дає можливість визначити ступінь відновлення хворих та скоригувати подальші методи корекції ходьби чи план подальшого лікування.

Конфлікт інтересів. Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів та власної фінансової зацікавленості при підготовці даної статті.

Список літератури

1. Beswick A.D., Wylde V., Gooberman-Hill R., Blom A., Dieppe P. What proportion of patients report long-term pain after total hip or knee replacement for osteoarthritis? A systematic review of prospective studies in unselected patients. BMJ Open. 2012. 22. 2(1). e000435. doi: 10.1136/bmjopen-2011-000435.

2. Indelli P.F., Giori N., Maloney W. Level of constraint in revision knee arthroplasty. Current reviews in musculoskeletal medicine. 2015. 8(4). 390-397. doi: 10.1007/s12178-015-9295-6

3. Aljehani M., Madara K., Snyder-Mackler L., Christiansen C., Zeni J.J. The contralateral knee may not be a valid control for biomechanical outcomes after unilateral total knee arthroplasty. Gait Posture. 2019. 70. 179-184. doi: 10.1016/j.gaitpost.2019.01.030.

4. GAITRite Electronic Walkway Technical Reference Document Number: WI-02-15 Document Filename: WI-02-15 Rev. L 05/06/2013

5. Gouelle A. Use of Functional Ambulation Performance Score as measurement of gait ability: Review. Journal of Rehabilitation Research & Development (JRRD). 2014. V. 51. № 5. P. 665-674.

Отримано/Received 12.01.2023
Рецензовано/Revised 19.01.2023
Прийнято до друку/Accepted 26.01.2023

Information about authors
Khaled Jamal Saleh Obeidat, PhD-student, Department of Traumatology and Orthopedics, National Pirogov Memorial Medical University, Pirogov st., 56, Vinnytsia, 21018, Ukraine; e-mail: redact@i.ua; https://orcid.org/0000-0001-6363-3321
Olena Karpinska, Research Fellow at the Department of biomechanics laboratory, State Institution "Sytenko Institute of Spine and Joint Pathology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine", Pushkinskaya st., 80, Kharkiv, 61024, Ukraine; phone +380 (57) 725-14-74; e-mail: helen.karpinska@gmail.com; https://orcid.org/0000-0002-1482-7733

Conflicts of interests. Authors declare the absence of any conflicts of interests and own financial interest that might be construed to influence the results or interpretation of the manuscript.

Khaled Jamal Saleh Obeidat[1], O.D. Karpinska[2]
[1]National Pirogov Memorial Medical University, Vinnytsia, Ukraine
[2]State Institution "Sytenko Institute of Spine and Joint Pathology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine", Kharkiv, Ukraine

Integrated assessment of the quality of gait in patients with gonarthrosis before and after arthroplasty

Abstract. ***Background.*** Osteoarthritis of the knee joint is accompanied not only by pain, but also by a significant disturbance of standing and gait patterns. It is often complicated by contracture and severe lameness. This influences not only the state of the affected joint, but also the opposite one. To evaluate the quality of gait, an integral indicator is used — Functional Ambulation Performance Score (FAPS). The FAPS is based on the main parameters of gait and is a quantitative assessment of the gait of patients obtained during the study. The purpose was to evaluate the quality of gait according to the FAPS in patients with gonarthrosis before and after knee arthroplasty. ***Materials and methods.*** Twenty-three patients with gonarthrosis were examined. Their age was on average 61.5 ± 9.2 years, from 36 to 73 years. The examination was performed after unilateral arthroplasty. Arthroplasty was primary in all patients. The examination was carried out using the GAITRite system. The integral indicator (FAP) is evaluated as good at 85–95 %, satisfactory at 70–84 % and unsatisfactory at below 69 %. The use of additional means of support reduces the FAP. ***Results.*** Among patients who were examined before arthroplasty, 10 (43 %) people used additional support (crutches or cane), 13 (56 %) did not use it, although they had pronounced lameness. The specified features of gait were taken into account when calculating the FAP. One year after arthroplasty, 2 (8.6 %) patients continued to use a cane, 3 (13 %) used additional support for long walks. Such patients were older than 60 years. It was found that before the treatment, the FAP had a wide range — from 47 %, which is considered an unsatisfactory condition, to 99 % — a good result. This is due to the state of the patients who sought treatment — it was the early period of the disease, when the changes in gait have not yet acquired persistent pathological signs, or patients had a long disease course, when the wrong habits of movement have already been formed. But according to the analysis, the average level of FAP increased. It should be noted that in patients whose FAP was more than 95 %, it decreased by few percents in a year, but not below 94 %, and in people whose FAP was assessed as unsatisfactory, its level increased to 70 % (satisfactory). Elderly patients continued to use additional means of support, which also reduced the FAP, although the radiological result of arthroplasty was good. Reducing the pain syndrome and restoring the support ability of the limb increases the indicator of the functionality of gait. However, it should be taken into account that osteoarthritis is a systemic disease, develops more often in both knee joints, and other skeletal structures are often involved in the degenerative process. Therefore, the FAP of elderly patients after arthroplasty reaches satisfactory values. It should be noted that we examined patients after arthroplasty on one knee joint, and this does not always immediately give the expected good result. ***Conclusions.*** Instrumental methods for studying patients' gait make it possible to determine the degree of dynamic disturbance. Knee arthroplasty eliminates the pain syndrome and restores the support ability of the limb, which contributes to the improvement of gait. This method of gait assessment allows determining the degree of patients' recovery and adjust further methods of gait correction or a plan of treatment.

Keywords: Functional Ambulation Performance Score; knee joint; gonarthrosis; gait

DOI: https://doi.org/10.22141/1608-1706.1.24.2023.928

Пастух В.В.[1], Павлов О.Д.[2], Карпінський М.Ю.[3], Карпінська О.Д.[3], Сикал О.О.[1]
[1]Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна, м. Харків, Україна
[2]Харківська медична академія післядипломної освіти, м. Харків, Україна
[3]ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М.І. Ситенка НАМН України», м. Харків, Україна

Експериментальне дослідження межі міцності зразків матеріалу на основі полілактиду та трикальційфосфату, виготовлених методом 3D-друку, з різною поруватістю

Резюме. ***Актуальність.*** *На сьогодні в ортопедії та травматології для заміщення кісткових дефектів все частіше використовуються полімерні матеріали, які резорбуються та розчиняються у біологічних рідинах. Як матеріали для заповнення кісткових дефектів використовують кісткові чипси, кераміку на основі трикальційфосфату (ТКФ) та гідроксилапатиту (ГА), а також імплантати з L-полімолочної кислоти (ПЛА).* ***Мета.*** *Визначити межу міцності композитного матеріалу на основі ПЛА та ТКФ, виготовленого методом 3D-друку, з різними варіантами поруватості.* ***Матеріали та методи.*** *Проведено експериментальні дослідження міцності зразків із матеріалу на основі ПЛА з домішками ТКФ, виготовлених методом 3D-друку по 5 зразків із поруватістю 70, 50, 30 та 10 %. Зразки були кубічної форми, зі стороною ребра 10 мм. Усі зразки випробовували на стискання.* ***Результати.*** *Міцність зразків композитного матеріалу на основі ПЛА і ТКФ з поруватістю в 70 % за середнім значенням 6,7 ± 0,4 МПа нижча за мінімальну міцність губчастої кістки (7,0 МПа), це статистично значимо не відрізняється від мінімальної міцності губчастої кістки. Межа міцності зразків з 50% поруватістю визначається лише на рівні 18,2 ± 2,9 МПа, що статистично значимо перевищує середнє значення (14,5 МПа) межі міцності губчастої кістки. Однак також статистично значимо нижче верхньої межі міцності (22,0 МПа) губчастої кістки, в середньому на 3,8 МПа. Межа міцності зразків з 30% поруватістю (37,4 ± 1,7) МПа і тим більше з 10% поруватістю (5,9 ± 2,2 МПа) повністю перекриває міцність губчастої кісткової тканини і статистично значимо перевищує її верхню межу міцності (22,0 МПа).* ***Висновки.*** *Межа міцності композитного матеріалу на основі ПЛА та ТКФ, виготовленого за допомогою 3D-друку, з поруватістю 70 % (6,7 ± 0,4 МПа) та 50 % (18,2 ± 2,9 МПа) відповідає діапазону (від 7,0 до 22,0 МПа) межі міцності губчастої кісткової тканини (від 7,0 до 22,0 МПа), і він може бути використаний для її заміщення.*

Ключові слова: *полілактид; губчаста кістка; межа міцності; стискання; поруватість*

Вступ

На сьогодні в ортопедії та травматології для заміщення кісткових дефектів все частіше використовуються полімерні матеріали, що резорбуються та розчиняються в біологічних рідинах [1, 2].

Як матеріали для заповнення кісткових дефектів використовують кісткові чипси [3, 4], кераміку на основі трикальційфосфату (ТКФ) та гідроксилапатиту (ГА) [5], а також імплантати з L-полімолочної кислоти (L-полілактид), особливостями яких є біодеградація, остеоінтеграція, здатність індукувати процеси утворення кісткової тканини та висока біосумісність з організмом [1, 6, 7]. Перевагою імплантатів на основі полілактидів (ПЛА) є їх повна біодеградація та заміщення кістковою тканиною. На користь ПЛА можна віднести можливість його використання для виготовлення імплантатів методом 3D-друку. Підвищити якість біоматеріалів на основі ПЛА можливо шляхом введення в їх склад керамічних матеріалів ТКФ та ГА [8–10]. Домішки керамічн-

© «Травма» / «Trauma» («Travma»), 2023
© Видавець Заславський О.Ю. / Publisher Zaslavsky O.Yu., 2023

Для кореспонденції: Карпінський Михайло Юрійович, науковий співробітник лабораторії біомеханіки, ДУ «Інститут патології хребта та суглобів імені професора М.І. Ситенка Національної академії медичних наук України», вул. Пушкінська, 80, м. Харків, 61024, Україна; тел. +380 (57) 725-14-74; e-mail: korab.karpinsky9@gmail.com
For correspondence: Mykhailo Karpinsky, Research Fellow of biomechanics laboratory, State Institution "Sytenko Institute of Spine and Joint Pathology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine", Pushkinskaya st., 80, Kharkiv, 61024, Ukraine; phone +380 (57) 725-14-74; e-mail: korab.karpinsky9@gmail.com
Full list of authors information is available at the end of the article.

них матеріалів підвищують міцність імплантатів [10], але водночас підвищують щільність композита, що знижує темпи біодеградації. Використання сучасної технології 3D-друку дозволяє зменшити негативні фактори керамічних домішок шляхом виготовлення поруватих імплантатів [11, 12].

Мета: визначити межу міцності композитного матеріалу на основі ПЛА та ТКФ, виготовленого методом 3D-друку, з різними варіантами поруватості.

Матеріали та методи

У лабораторії біомеханіки ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М.І. Ситенка НАМН України» були проведені експериментальні дослідження міцності зразків з матеріалу на основі ПЛА з домішками ТКФ, виготовлених методом 3D-друку, з різними варіантами поруватості.

Матеріал виготовляли у лабораторії перспективних полімерних матеріалів кафедри прикладної екології, технології полімерів та хімічних волокон КНУТД.

Матеріал для адитивного формування виготовляли у кілька етапів. На першому етапі наповнювач просіювали на ситовому аналізаторі Fritsch. Використовували тканe сито з розміром отворів 125 мікрон. Фракцію, що не пройшла крізь сито, не використовували. Наповнювач сушили у сушарній шафі з циркуляцією повітря при температурі 90 °С протягом 12 годин.

Як полімерну складову використовували L-полілактид молочної кислоти марки L-130. Полімер подрібнювали до порошкоподібного стану на роторному млині із сіткою з отвором 2 мм. Порошкоподібний полілактид змішували з наповнювачем за допомогою високошвидкісного роторного змішувача. Готову суміш сушили у сушарній шафі з циркуляцією повітря при температурі 60 °С протягом 12 годин.

Суміш, що містила 60 % ТКФ та 40 % L-ПЛА, компаундували на лабораторному двошнековому екструдері з діаметром шнеків 22 мм L/D = 48 у режимі голодного живлення через одну зону завантаження. Температурний профіль становив 160–200–195–190–190 °С. Під час переробки використовувався фільтр розплаву з розміром комірок 75 мкр. Розплав гранулювався через охолодження у водяній ванні та подрібнення на стренгогрануляторі.

Після грануляції гранула сушилася при температурі 60 °С у сушарній шафі з циркуляцією повітря протягом 12 годин.

Виготовлення матеріалу для адитивного формування здійснювалося на лабораторній установці на основі одношнекового екструдера Д25 L/D = 28 з температурним профілем 180–210–190–186 °С. Розплав формувався через фільєру у водяну ванну, приймався тягнучим пристроєм та намотувався на котушки. Діаметр матеріалу контролювався за допомогою безконтактного лазерного мікрометра.

Компаунд з умістом ТКФ 60 % у вигляді гранул змішували з вихідним полілактидом, одержуючи суміш з умістом ТКФ 50 % мас.

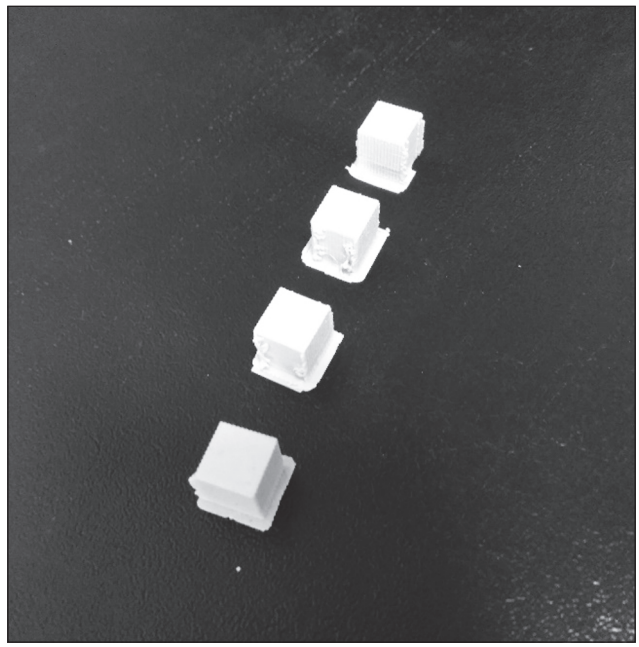


Рисунок 1. Зовнішній вигляд експериментальних зразків матеріалу

Матеріал для друку після виготовлення лишався у сушарній шафі протягом 12 годин при температурі 50 °С.

Для проведення експерименту було виготовлено по 5 зразків матеріалу з поруватістю 70, 50, 30 та 10 %. Зразки були кубічної форми, зі стороною ребра 10 мм (рис. 1).

Усі зразки випробували на стискання. Силу стискання збільшували поступово до руйнування зразка. Схема експерименту наведена на рис. 2.

Фіксували максимальне значення стискаючої сили за допомогою тензометричного датчика SBA-100L та пристрою реєстрації CAS типу CI-2001A.

За результатами випробувань розраховували межу міцності зразків за формулою [13]:

$$\sigma_{\text{пр}} = \frac{F}{S},$$

де F — величина сили, при якій здійснилось руйнування; S — площа перетину зразка.

Отримані величини межі міцності зразків порівнювали з показниками міцності губчастої кісткової тканини. За даними [10], межа міцності губчастої кісткової тканини дорівнює 12 МПа. Але, з огляду на різні властивості тканини при накладанні навантаження вздовж чи поперек волокон, у розрахунках були враховані додаткові дані. В огляді S.A. Olson et al. [14] наведено, що середня межа міцності здорової губчастої тканини вздовж волокон становить 16–22 МПа, поперек волокон — 7–13 МПа. Отже, для визначення меж поруватості композитних матеріалів у розрахунку порівнювали з найменшим (7 МПа), середнім (14,5 МПа) та максимальним (22 МПа) рівнем межі міцності губчастої кісткової тканини.

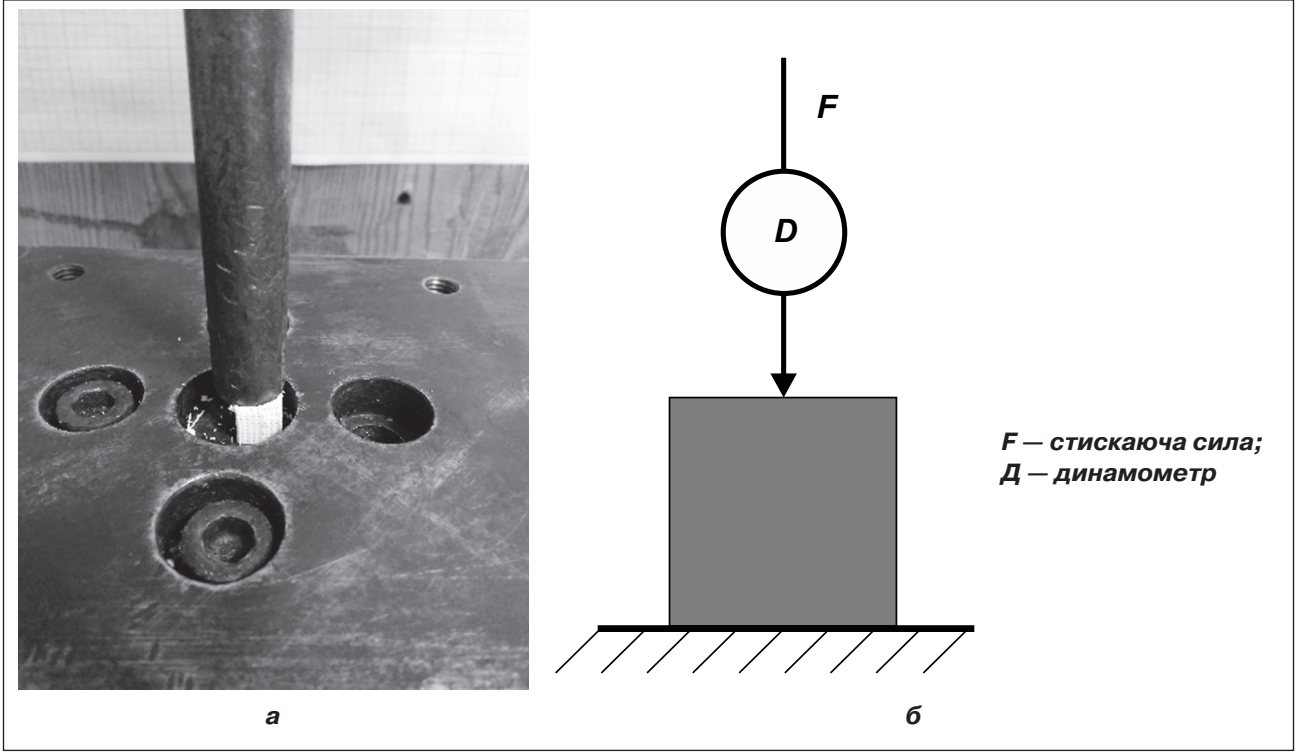


Рисунок 2. Експериментальні дослідження: а — зразок на стенді під час випробувань; б — схема експерименту

Дані були оброблені статистично. Розраховували середнє (M), стандартне відхилення (SD) та мінімальне і максимальне значення вибірок експериментальних даних для зразків з різною поруватістю. Порівняння межі міцності зразків проводили за допомогою одновимірного дисперсійного аналізу (ANOVA) та апостеріорного тесту Дункана. Для визначення достатньої міцності композитних матеріалів проведено одновибірковий порівняльний аналіз (T-тест для одної вибірки), як значення, що перевіряються, були межі міцності губчастої кісткової тканини. Обробку даних проводили в пакеті прикладних програм IBM SPSS Statistic 20.0 [15].

Результати

Результати експериментальних випробувань зразків композитного матеріалу на основі ПЛА та ТКФ, виготовлених за допомогою 3D-друку, дозволили визначити межу їх міцності залежно від варіантів поруватості матеріалу. Результати статистичного аналізу наведені в табл. 1.

Проведений статистичний аналіз результатів випробувань показав, що, за даними одновимірного дисперсійного аналізу (ANOVA), величини межі міцності зразків статистично значимо (на рівні $p < 0,001$) відрізняються один від одного залежно від їх поруватості. Це підтверджується й результатами апостеріорного тесту Дункана, який розподілив зразки випробуваного матеріалу з різною поруватістю до окремих підмножин (табл. 2).

Для визначення достатньої поруватості композитних матеріалів був проведений порівняльний аналіз експериментальних даних з указаними межами діапазону межі міцності губчастої тканини (табл. 3).

За даними статистичного аналізу визначено, що міцність зразків композитного матеріалу на основі ПЛА та ТКФ з

Таблиця 1. Результати статистичного аналізу даних експериментального дослідження межі міцності зразків композитного матеріалу різної поруватості

Поруватість, %	Межа міцності композитного матеріалу, МПа		Статистична значущість різниці між зразками (ANOVA)
	M ± SD	min ÷ max	
70	6,7 ± 0,4	6,2 ÷ 7,1	F = 559,308 p < 0,001
50	18,2 ± 2,9	15,4 ÷ 24,5	
30	37,4 ± 1,7	34,8 ÷ 39,1	
10	55,9 ± 2,2	52,3 ÷ 58,2	

поруватістю у 70 % за середнім значенням 6,7 ± 0,4 МПа нижче від мінімальної міцності губчастої кістки (7,0 МПа), але їх міцність статистично значимо не відрізняється (p = 0,158) від мінімальної міцності губчастої кістки.

Межа міцності зразків композиту з 50% поруватістю визначається на рівні 18,2 ± 2,9 МПа, що статистично значимо перевищує середнє значення (14,5 МПа) межі міцності губчастої кісткової тканини. Але їх міцність також статистично значимо (p < 0,005) нижча від верхньої межі міцності (22,0 МПа) губчастої кістки, у середньому на 3,8 МПа.

Межа міцності зразків з 30% поруватістю (37,4 ± ± 1,7 МПа) і тим більше з 10% поруватістю (55,9 ± ± 2,2 МПа) повністю перекриває міцність губчастої кісткової тканини і статистично значимо (p < 0,001) перевищує її верхню межу міцності (22,0 МПа).

Для визначення меж достатньої поруватості композитного матеріалу ПЛА на діаграмі (рис. 3) показана інтерполяційна крива зміни межі міцності для різної поруватості. Наведені граничні та середні дані міцності губчастої кістки.

За даними, наведеними на діаграмі, можна визначити, що межа поруватості для забезпечення стабільності при заміщенні дефекту лежить у межах від 45 до 70 %, тобто поруватість у 50 % може забезпечити повністю весь діапазон міцності губчастої тканини.

Висновки

Межа міцності композитного матеріалу на основі ПЛА та ТКФ, виготовленого за допомогою 3D-друку, з поруватістю 70 % (6,7 ± 0,4 МПа) та 50 % (18,2 ± ± 2,9 МПа) відповідає діапазону (від 7,0 до 22,0 МПа) межі міцності губчастої кісткової тканини (від 7,0 до 22,0 МПа), і він може бути використаний для її заміщення.

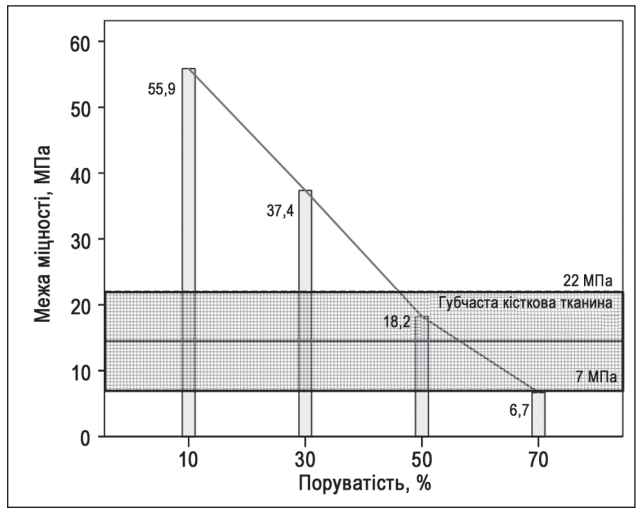


Рисунок 3. Діаграма залежності межі міцності композитного матеріалу ПЛА від поруватості

Таблиця 2. Результати порівняльного аналізу середніх значень межі міцності зразків залежно від величини поруватості за апостеріорним тестом Дункана

Поруватість, %	К-сть зразків	Середнє значення межі міцності, МПа			
		Підмножина для *a* = 0,05			
		1	2	3	4
70	5	6,7000			
50	5		18,2333		
30	5			37,3667	
10	6				55,8667
Статистична значущість		1,000	1,000	1,000	1,000

Таблиця 3. Результати порівняльного аналізу межі міцності композитного матеріалу різної поруватості та губчастої кістки

Матеріал		Поруватість, %			
		70	50	30	10
Межа міцності зразків, МПа	M ± SD min ÷ max	6,7 ± 0,4 6,2 ÷ 7,1	18,2 ± 2,9 15,4 ÷ 24,5	37,4 ± 1,7 34,8 ÷ 39,1	55,9 ± 2,2 52,3 ÷ 58,2
Статист. значущість різниці між композитним матеріалом та кістковою тканиною (M, t, p)	Мінімальна 7,0 МПа	–0,3 t = –1,732 p = 0,158	11,2 t = 11,427 p = 0,001	30,4 t = 44,752 p = 0,001	48,9 t = 53,993 p = 0,001
	Середня 14,5 МПа	–7,8 t = –45,033 p = 0,001	3,7 t = 3,798 p = 0,005	22,9 t = 33,699 p = 0,000	41,4 t = 45,707 p = 0,000
	Максимальна 22,0 МПа	–15,3 t = –88,335 p = 0,001	–3,8 t = –3,832 p = 0,005	15,4 t = 22,646 p = 0,001	33,9 t = 37,420 p = 0,001

Матеріали з більшою щільністю (поруватість менша за 50 %) можуть бути використані у випадках необхідності забезпечення більшого рівня первинної опороздатності при заповненні кісткових дефектів.

Конфлікт інтересів. Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів та власної фінансової зацікавленості при підготовці даної статті.

Список літератури

1. Радченко В.А., Дедух Н.В., Малышкина С., Бенгус Л.М. Биорезорбируемые полимеры в ортопедии и травматологии. Ортопедия, травматология и протезирование. 2006. № 3. С. 116-124.

2. Kontakis G.M., Pagkalos J.E., Tosounidis T.I., Melissas J., Katonis P. Bioabsorbable materials in orthopaedics. Acta Orthop. Belg. 2007. Vol. 73. P. 159-169.

3. Дегтярь В.А., Зацепин А.В., Карпинский М.Ю., Карпинская Е.Д., Суббота И.А. Экспериментальное исследование прочности костной ткани после заполнения костного дефекта биоимплантатами тутопласт. Медицина и... 2007. № 3–4 (18). С. 31-35.

4. Карпинский М.Ю., Суббота И.А., Карпинская Е.Д., Зацепин А.В. Механические свойства метафизарной кости после заполнения дефекта имплантатом Тутопласт. Медицина и... 2008. № 3 (21).

5. Філіпенко В.А., Мезенцев В.О., Карпінський М.Ю., Карпінська О.Д. Експериментальне дослідження механічних властивостей матеріалів у вигляді гранул та чипсів для заповнення кісткових дефектів. Травма. 2020. Т. 21. № 1. С. 3-30. DOI: 10.22141/1608-1706.1.21.2020.197795.

6. Терещенко В.П., Кирилова И.А., Ларионов П.М. Матрицы-носители в тканевой инженерии костной ткани. Успехи современного естествознания. 2015. № 8. С. 66-70.

7. Корж М.О., Шидловський М.С., Макаров В.Б., Заховайко А.А., Танькут О.В., Карпінський М.Ю. та ін. Експериментальне дослідження механічних властивостей полілактиду. Травма. 2019. Т. 20. № 6. С. 5-11. DOI: 10.22141/1608-1706.6.20.2019.186029.

8. Корж Н.А., Радченко В.А., Кладченко Л.А., Малышкина С.В. Имплантационные материалы и остеогенез. Роль индукции и кондукции в остеогенезе. Ортопед., травматол. и протезир. 2003. № 2. С. 150-15.

9. Продан А.И., Грунтовский Г.Х., Попов А.И., Карпинский М.Ю., Карпинская Е.Д., Суббота И.А. Биомеханическое обоснование оптимального состава композитного материала для чрескожной вертебропластики. Хирургия позвоночника. 2006. № 2. С. 68-74. DOI: 10.14531/ss2006.2.68-74.

10. Карпинский М.Ю., Суббота И.А., Карпинская Е.Д., Попов А.И. Экспериментально-теоретическое обоснование состава композитного материала для заполнения костных дефектов. Медицина и... 2008. № 3 (21).

11. Семикозов О.В. Экспериментальное обоснование применения для костной пластики пористого минералонаполненного композита полилактида, подвергнутого воздействию сверхкритической среды CO#32#1. Автореферат дис. ... канд. мед. наук 14.00.16. ГОУВПО «Российский университет дружбы народов». Москва, 2008. 25 с. 29 ил.

12. Хвисюк О.М., Павлов О.Д., Карпінський М.Ю., Карпінська О.Д. Розрахунок міцнісних характеристик композитного матеріалу на основі полілактиду трикальційфосфату та гідроксіапатиту. Травма. 2020. Т. 21. № 1. С. 85-91. DOI: 10.22141/1608-1706.1.21.2020.197802.

13. Александров А.В., Потапов В.Д., Державин Б.П. Сопротивление материалов. М.: Высшая школа, 2000. 560 с.

14. Olson S.A., Marsh J.L., Anderson D.D., Latta Pe L.L. Designing a biomechanics investigation: choosing the right model. J. Orthop. Trauma. 2012. 12. 672-677. doi: 10.1097/BOT.0b013e3182724605.

15. Бююль А., Цефлер П. SPSS: искусство обработки информации. Анализ статистических данных и восстановление скрытых закономерностей: Пер. с нем. СПб.: ООО «ДиаСофтЮП», 2005. 608 с.

Отримано/Received 13.01.2023
Рецензовано/Revised 20.01.2023
Прийнято до друку/Accepted 27.01.2023

Information about authors
Pastukh V.V., PhD, Associate Professor at the Department of Surgical Diseases, Operative Surgery and Topographic Anatomy, V.N. Karazin Kharkiv National University, Svobody Sq., 4, Kharkiv, 61022, Ukraine; e-mail: vpas@rambler.ru; phone +380 (50) 364-84-44; https://orcid.org/0000-0002-9854-8212
Pavlov O.D., Assistant at the Department of Traumatology, Anesthesiology and Military Surgery, Kharkiv Medical Academy of Postgraduate Education, Amosova st., 58, Kharkiv, 61176, Ukraine; phone +380 (93) 954-47-21; e-mail: slegg190887@gmail.com; https://orcid.org/0000-0002-3686-1262
Karpinsky M.Yu., Research Fellow of biomechanics laboratory, State Institution "Sytenko Institute of Spine and Joint Pathology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine", Pushkinskaya st., 80, Kharkiv, 61024, Ukraine; phone +380 (57) 725-14-74; e-mail: korab.karpinsky9@gmail.com; https://orcid.org/0000-0002-3004-2610
Karpinska O.D., Research Fellow at the Department of biomechanics laboratory, State Institution "Sytenko Institute of Spine and Joint Pathology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine", Pushkinskaya st., 80, Kharkiv, 61024, Ukraine; phone +380 (57) 725-14-74; e-mail: helen.karpinska@gmail.com; https://orcid.org/0000-0002-1482-7733
Sykal O.O., Department of Surgical Diseases, Operative Surgery and Topographic Anatomy, V.N. Karazin Kharkiv National University, Svobody Sq., 4, Kharkiv, 61022, Ukraine; e-mail: redact@i.ua; phone +380 (50) 364-84-44; https://orcid.org/0000-0003-0170-3464

Conflicts of interests. Authors declare the absence of any conflicts of interests and own financial interest that might be construed to influence the results or interpretation of the manuscript.

V.V. Pastukh[1], O.D. Pavlov[2], M.Yu. Karpinsky[3], O.D. Karpinska[3], O.O. Sykal[1]
[1]V.N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine
[2]Kharkiv Medical Academy of Postgraduate Education, Kharkiv, Ukraine
[3]State Institution "Sytenko Institute of Spine and Joint Pathology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine", Kharkiv, Ukraine

Experimental study of the tensile strength of samples of material based on polylactide and tricalcium phosphate, made by 3D printing, with different porosity

Abstract. ***Background.*** At present, polymers are increasingly used in orthopedics and traumatology to replace bone defects, which are resorbed and dissolved in biological fluids. Bone chips, ceramics based on tricalcium phosphate (TCP) and hydroxylapatite, as well as implants, made of L-polylactic acid (PLA), are used as materials for filling bone defects. Purpose: to determine

the tensile strength of a composite material based on PLA and TCP, made by 3D printing, with different porosity. ***Materials and methods.*** Experimental studies on the strength of samples of PLA-based material with TCF impurities, made by 3D printing, were performed using 5 samples with porosity of 70, 50, 30 and 10 %. The samples were cubic in shape with a rib side of 10 mm. All of them were tested for compression. ***Results.*** The strength of samples of a composite material based on PLA and TCF with a porosity of 70 % is on average of 6.7 ± 0.4 MPa below the minimum strength of the cancellous bone (7.0 MPa), it is not statistically significantly different from the minimum strength of the cancellous bone. The tensile strength of samples with 50% porosity is determined at the level of 18.2 ± 2.9 MPa, which is statistically significantly higher than the average value (14.5 MPa) of the cancellous bone tensile strength. However, it is also statistically significantly below the upper limit of the strength limit (22.0 MPa) of the cancellous bone, on average by 3.8 MPa. The tensile strength of samples with 30% porosity (37.4 ± 1.7 MPa), and especially with 10% porosity (55.9 ± 2.2 MPa), completely overlaps the strength of the cancellous bone tissue, and statistically significantly exceeds its upper limit strength (22.0 MPa). ***Conclusions.*** The tensile strength of a composite material based on PLA and TCF, made by 3D printing, with a porosity of 70 % (6.7 ± ± 0.4 MPa) and 50 % (18.2 ± 2.9 MPa) corresponds to the range (from 7.0 to 22.0 MPa) of the limit of strength of the cancellous bone tissue (from 7.0 to 22.0 MPa), and can be used to replace it.

Keywords: polylactide; cancellous bone; tensile strength; compression; porosity

DOI: https://doi.org/10.22141/1608-1706.1.24.2023.929

Строєв М.Ю.[1], Березка М.І.[1], Власенко Д.В.[1], Карпінський М.Ю.[2], Яресько О.В.[2]
[1]Харківський національний медичний університет, м. Харків, Україна
[2]ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М.І. Ситенка НАМН України» , м. Харків, Україна

Математичне моделювання протидії навантаженням на кручення різних варіантів остеосинтезу відламків гомілки при її переломі в нижній третині діафіза

Резюме. ***Актуальність.*** *Надмірна вага пацієнта створює певні складності щодо перебігу захворювання, що викликані зростанням навантаження на біомеханічну конструкцію. Кістки гомілки зазнають значних навантажень на кручення. Такі навантаження є найбільш небезпечними, тому що являють собою складну комбінацію навантажень на згин, розтягнення й стискання.* ***Мета:*** *провести порівняльний аналіз напружено-деформованого стану моделей гомілки з переломом великогомілкової кістки в нижній третині діафіза під впливом навантаження на кручення при різних варіантах остеосинтезу і залежно від ваги пацієнта.* ***Матеріали та методи.*** *Моделювали перелом у нижній третині великогомілкової кістки і три види остеосинтезу за допомогою апарата зовнішньої фіксації (АЗФ), накісткової платини й інтрамедулярного стрижня. До тибіального плато великогомілкової кістки прикладали крутний момент величиною 7 і 12 Н·м.* ***Результати.*** *Інтрамедулярний стрижень забезпечує мінімальний рівень напружень у зоні перелому при навантаженні на кручення. Остеосинтез накістковою пластиною не забезпечує значних знижень напружень у жодній зоні великогомілкової кістки, виняток становлять фіксуючі гвинти, де напруження дорівнюють нулю. Що стосується величин напружень на елементах металевих конструкцій, то в цьому випадку накісткова пластина виглядає краще за інші конструкції. Апарат зовнішньої фіксації та інтрамедулярний стрижень забезпечують зменшення величин напружень у зоні перелому значно нижче від рівня показників для неушкодженої кістки. У дистальному відділі найнижчий рівень напружень визначається в моделі з остеосинтезом накістковою пластиною. У проксимальному відділі великогомілкової кістки напруження, що перевищують показники моделі з неушкодженою кісткою, виникають при використанні інтрамедулярного стрижня. Найменші напруження виникають у накістковій пластині. Те саме відбувається і навколо фіксуючих гвинтів і стрижнів при використанні накісткової пластини, де напруження визначаються на найнижчому рівні порівняно з іншими конструкціями.* ***Висновки.*** *Найвищі показники рівня напружень у зоні перелому визначено при використанні накісткової пластини, одночасно на металевій конструкції і фіксуючих гвинтах напруження визначаються на найнижчому рівні. Остеосинтез за допомогою АЗФ забезпечує досить низький рівень напружень у зоні перелому, але недоліком є високий рівень напружень у проксимальному відділі великогомілкової кістки. Найнижчі показники напружень у зоні перелому й проксимальному фрагменті великогомілкової кістки визначаються при використанні остеосинтезу інтрамедулярним стрижнем, але в дистальному відділі рівень напружень є найвищим серед усіх варіантів остеосинтезу. Отже, за критерієм величини напружень у зоні перелому при діафізарних переломах великогомілкової кістки в нижній третині найбільш ефективним виявляється остеосинтез за допомогою інтрамедулярного стрижня. Найменш ефективною є накісткова пластина.*

Ключові слова: *гомілка; діаліз; нижня третина; перелом; кручення; остеосинтез*

© «Травма» / «Trauma» («Travma»), 2023
© Видавець Заславський О.Ю. / Publisher Zaslavsky O.Yu., 2023

Для кореспонденції: Строєв Максим Юрійович, аспірант, кафедра екстреної та невідкладної медичної допомоги, ортопедії та травматології, Харківський національний медичний університет, пр. Науки, 4, м. Харків, 61022, Україна; тел. + 380667200173; e-mail: mystroiev.po20@knmu.edu.ua
For correspondence: Stroiev Maksym, PhD-student, Department of Emergency and Urgent Medical Care, Orthopedics and Traumatology, Kharkiv National Medical University, Nauky Ave., 4, Kharkiv, 61022, Ukraine; phone + 380667200173; e-mail: mystroiev.po20@knmu.edu.ua
Full list of authors information is available at the end of the article.

Вступ

Пацієнти з переломами кісток гомілки і супутньою надмірною вагою зустрічаються досить часто [1]. У даному випадку надмірна вага пацієнта створює певні складності в перебігу захворювання, викликані зростанням навантаження на біомеханічну конструкцію [2, 3]. Хоча особливості роботи різних засобів остеосинтезу довгих кісток при стисканні й згинанні добре вивчені [4], кістки гомілки в силу свого функціонування зазнають значних навантажень на кручення. Такі навантаження є найбільш небезпечними, тому що являють собою складну комбінацію навантажень на згин, розтягнення і стискання [5].

Мета: провести порівняльний аналіз напружено-деформованого стану моделей гомілки з переломом великогомілкової кістки в нижній третині діафіза під впливом навантаження на кручення при різних варіантах остеосинтезу і залежно від ваги пацієнта.

Матеріали та методи

У лабораторії біомеханіки ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М.І. Ситенка НАМН України» була розроблена базова скінченно-елементна модель гомілки людини [6]. Загальний вигляд моделі наведено на рис. 1.

Модель складалася з великогомілкової та малогомілкової кісток і кісток стопи. В усіх суглобах між кістковими елементами робили прошарок з механічними властивостями хрящової тканини.

На базовій моделі моделювали перелом в нижній третині великогомілкової кістки та три види остеосинтезу за допомогою апарата зовнішньої фіксації (АЗФ), накісткової пластини та інтрамедулярного стрижня. У проміжку між кістковими фрагментами в зоні перелому імітували кістковий регенерат. Зовнішній вигляд моделей з переломом у нижній третині великогомілкової кістки та різними видами остеосинтезу наведено на рис. 2.

У нашому дослідженні матеріал вважали однорідним та ізотропним. Як скінченний елемент був обраний 10-вузловий тетраедр з квадратичною апроксимацією. Усім матеріалам, з яких складалися моделі, задавали відповідні механічні властивості, такі як модуль пружності Юнга і коефіцієнт Пуассона. Механічні властивості біологічних тканин обирали за даними літератури [7–10]. Властивості кісткового регенерату обирали з огляду на той факт, що це новоутворена тканина, яка активно змінює власні властивості в процесі свого росту й формування від 0 до показників здорової кісткової тканини. На якомусь початковому етапі свого формування він має модуль пружності 1,0 МПа. Властивості металевих конструкцій обирали за даними технічної літератури [11]. Дані про механічні характеристики матеріалів, використаних при моделюванні, наведені в табл. 1.

Усі моделі досліджували під впливом навантаження на кручення. Для цього до тибіального плато великогомілкової кістки прикладали крутний момент величиною 7 і 12 Н·м, що відповідає вазі пацієнтів 70 і 120 кг відповідно. Стопа моделей була жорстко закріплена.

Для порівняння напружено-деформованого стану моделей визначали максимальні величини напружень у проксимальному й дистальному фрагментах великогомілкової кістки, зоні перелому, металевій конструкції та кістковій тканині навколо фіксуючих гвинтів. Дані про величини напружень у контрольних точках моделі в нормі брали з нашої попередньої роботи [6].

Дослідження моделей виконували за допомогою методу скінченних елементів. Як критерій оцінки напружено-деформованого стану моделей використовували напруження за Мізесом [11].

Моделювання виконували за допомогою системи автоматизованого проєктування SolidWorks. Розрахунки напружено-деформованого стану моделей виконували за допомогою програмного комплексу CosmosM [12].

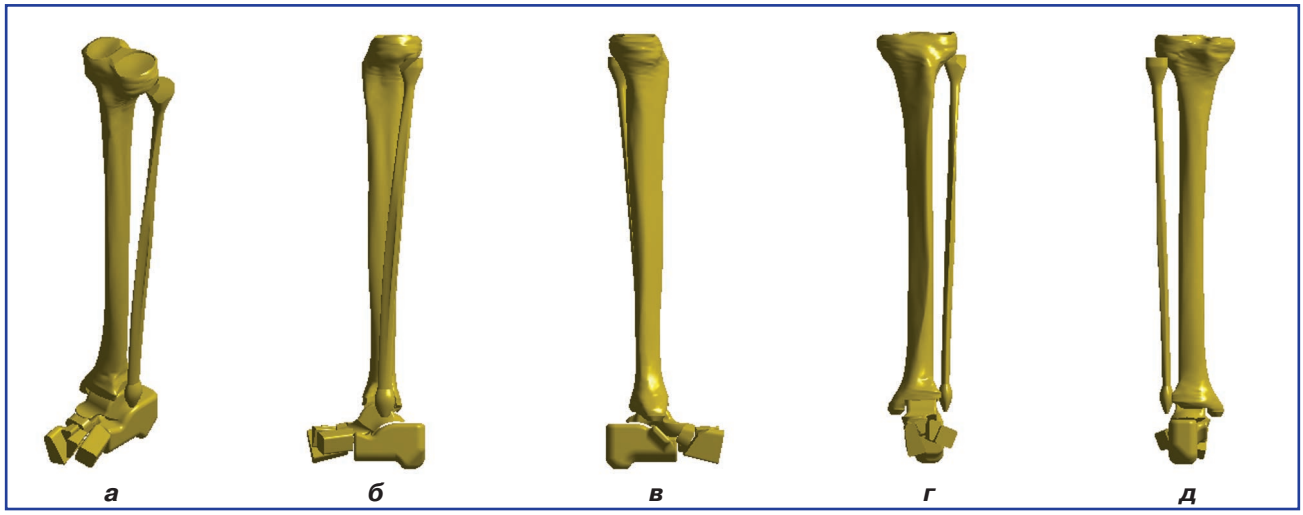


Рисунок 1. Базова скінченно-елементна модель гомілки: а) загальний вигляд; б) вигляд з медіального боку; в) вигляд з латерального боку; г) вигляд спереду; д) вигляд ззаду

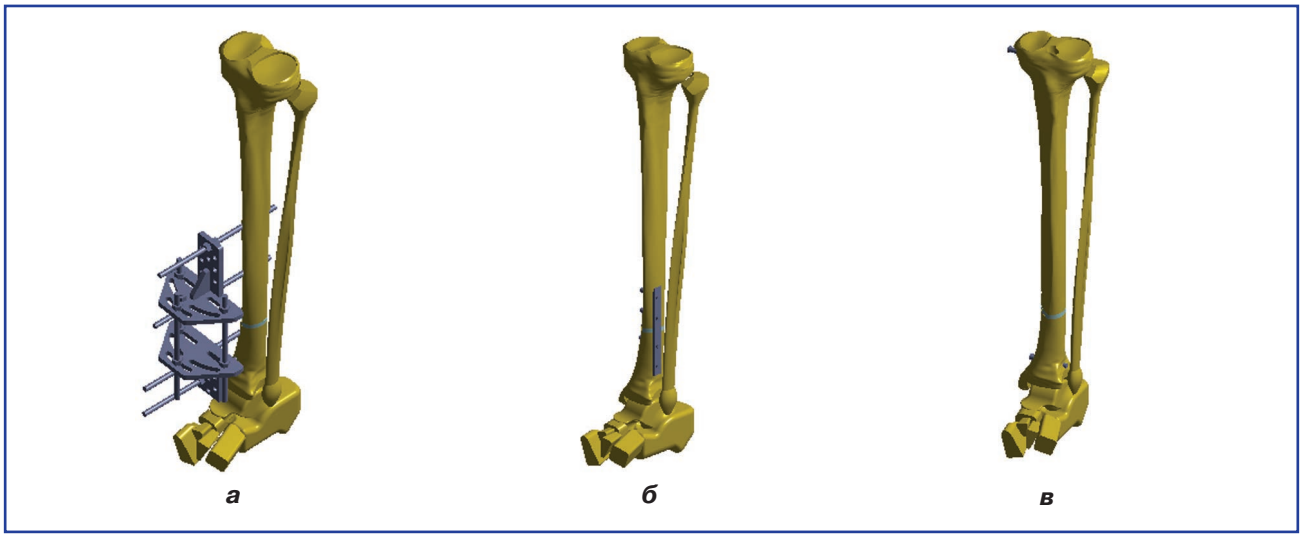


Рисунок 2. Моделі перелому великогомілкової кістки в нижній третині з остеосинтезом: а) АЗФ; б) накістковою пластиною; в) інтрамедулярним стрижнем

Результати та обговорення

На першому етапі роботи вивчали напружено-деформований стан моделей гомілки з переломом великогомілкової кістки в нижній третині під впливом навантаження на кручення величиною 7,0 Н·м. На рис. 3 наведена картина розподілу напружень у моделі гомілки з переломом великогомілкової кістки в нижній третині та остеосинтезом АЗФ.

За наявності перелому великогомілкової кістки в її нижній третині при використанні остеосинтезу за допомогою АЗФ крутний момент величиною 7,0 Н·м викликає максимальні напруження 4,3 МПа на проксимальному кінці великогомілкової кістки. У нижче розташованих відділах усе навантаження сприймає на себе АЗФ, напруження на якому сягають позначки 269,0 МПа. Також високий рівень напружень 53,4 МПа спостерігається на фіксуючих гвинтах і навколо їх у кістковій тканині. Отже, це дозволяє зняти напруження з дистального фрагмента, де вони визначаються на рівні 1,1 МПа, і, що особливо важно, із зони перелому, де вони не перевищують 0,2 МПа.

Розглянемо напружено-деформований стан моделі гомілки з переломом великогомілкової кістки в нижній третині та остеосинтезом накістковою пластиною під навантаженням на кручення величиною 7,0 Н·м, що наведений на рис. 4.

Використання накісткової пластини для остеосинтезу великогомілкової кістки при її переломі в нижній третині під впливом навантаження на кручення величиною 7,0 Н·м порівняно з остеосинтезом АЗФ призводить до підвищення величини напружень у зоні перелому до 9,1 МПа і в проксимальному і дистальному фрагментах — до 5,7 і 1,9 МПа відповідно. На самій пластині визначається дуже високій рівень напружень — 93,0 МПа, при цьому напруження на фіксуючих гвинтах визначаються на дуже низькому рівні — 1,6 МПа.

На рис. 5 відображено розподіл напружень у моделі гомілки з переломом великогомілкової кістки в нижній третині та остеосинтезом інтрамедулярним стрижнем під навантаженням на кручення величиною 7,0 Н·м.

Інтрамедулярний стрижень при остеосинтезі великогомілкової кістки з переломом у нижній третині чинить суттєвий спротив крутним навантаженням. Наслідком цього є зниження величини напружень у зоні перелому до 0,1 МПа і в проксимальному фрагменті — до 0,5 МПа. Натомість у дистальному фрагменті визначається досить високій рівень напружень — 15,7 МПа. Напруження на самому стрижні сягають позначки 262,0 МПа, а на фіксуючих гвинтах — 11,3 МПа.

Таблиця 1. Механічні характеристики матеріалів, що використовували при моделюванні

Матеріал	Модуль Юнга (E), МПа	Коефіцієнт Пуассона (ν)
Кортикальна кістка	18 350	0,29
Губчаста кістка	330	0,30
Хрящова тканина	10,5	0,49
Міжвідламковий регенерат	1,00	0,45
Сталь	$2{,}1 \cdot 10^5$	0,2

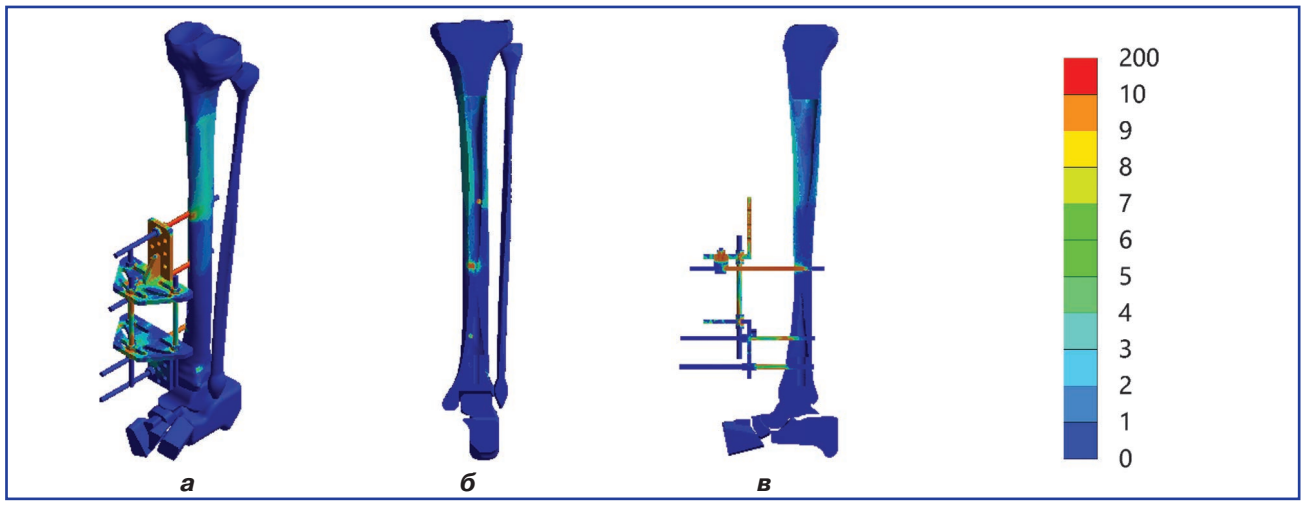


Рисунок 3. Картина розподілу напружень в моделі гомілки з переломом великогомілкової кістки в нижній третині та остеосинтезом АЗФ під навантаженням на кручення величиною 7,0 Н·м: а) загальний вигляд; б) зона перелому; в) розтин великогомілкової кістки

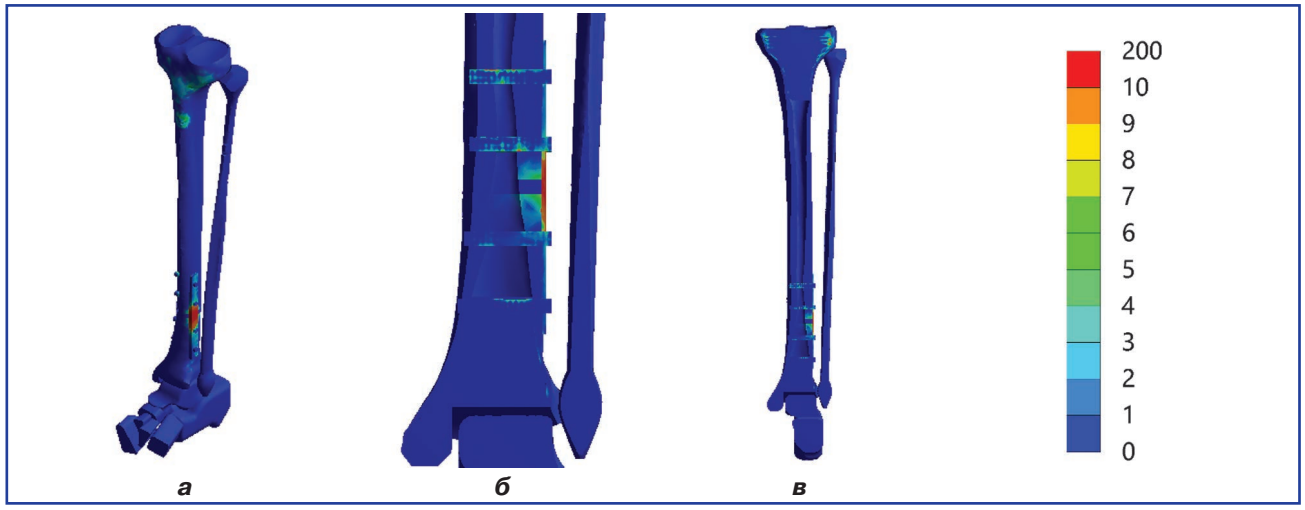


Рисунок 4. Картина розподілу напружень у моделі гомілки з переломом великогомілкової кістки в нижній третині та остеосинтезом накістковою пластиною під навантаженням на кручення величиною 7,0 Н·м: а) загальний вигляд; б) зона перелому; в) розтин великогомілкової кістки

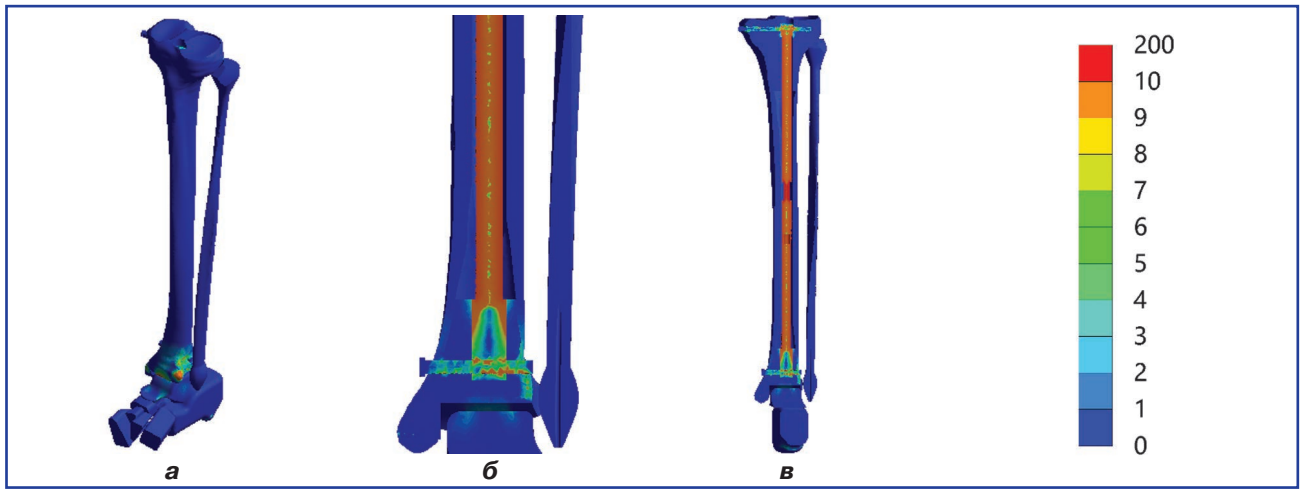


Рисунок 5. Картина розподілу напружень у моделі гомілки з переломом великогомілкової кістки в нижній третині та остеосинтезом інтрамедулярним стрижнем під навантаженням на кручення величиною 7,0 Н·м: а) загальний вигляд; б) зона перелому; в) розтин великогомілкової кістки

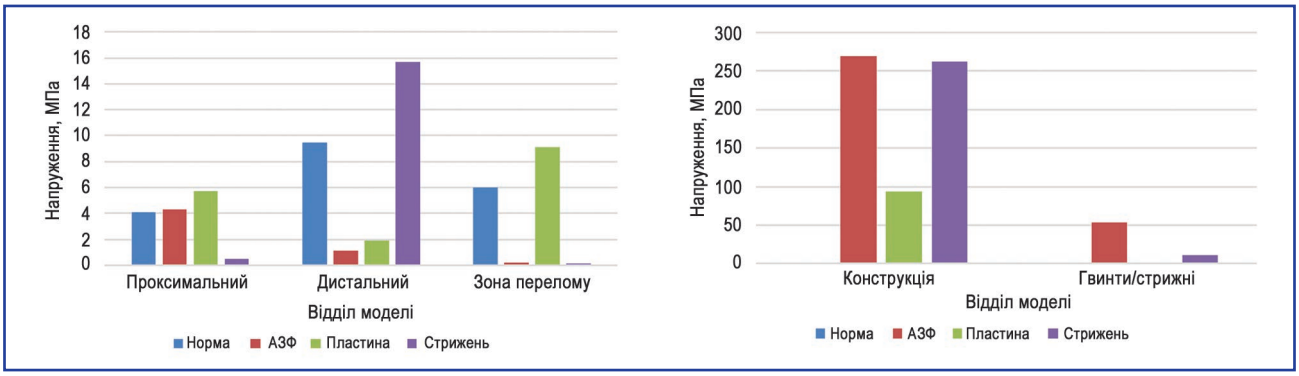


Рисунок 6. Діаграма величин максимальних напружень в елементах моделей гомілки з переломом великогомілкової кістки при різних варіантах остеосинтезу під навантаженням на кручення величиною 7,0 Н·м: а) у кістковій тканині; б) в елементах конструкції

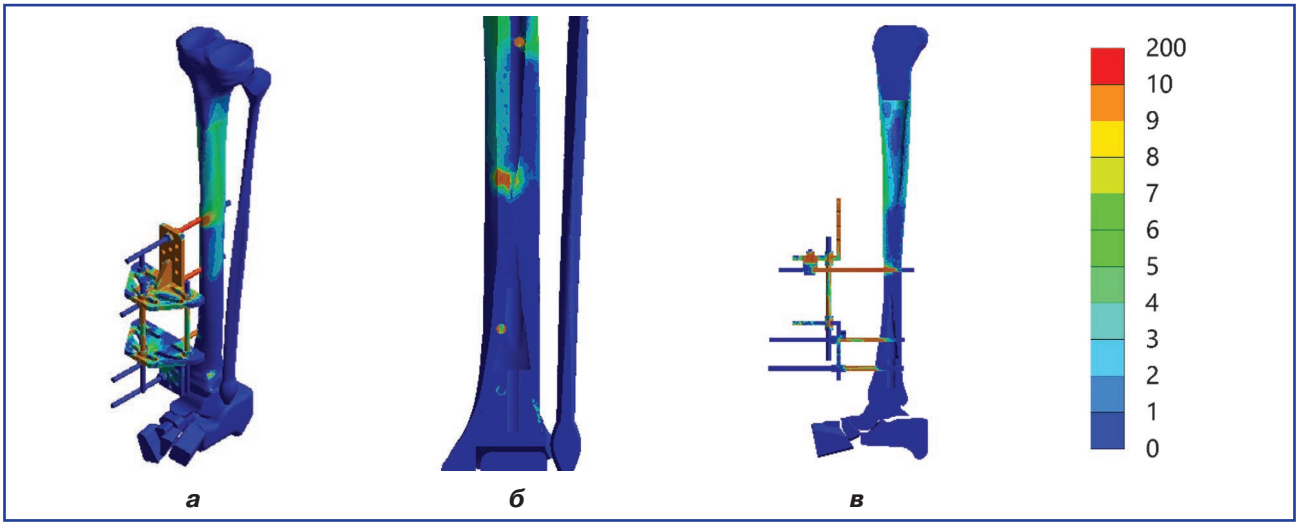


Рисунок 7. Картина розподілу напружень у моделі гомілки з переломом великогомілкової кістки в нижній третині та остеосинтезом АЗФ під навантаженням на кручення величиною 12,0 Н·м: а) загальний вигляд; б) зона перелому; в) розтин великогомілкової кістки

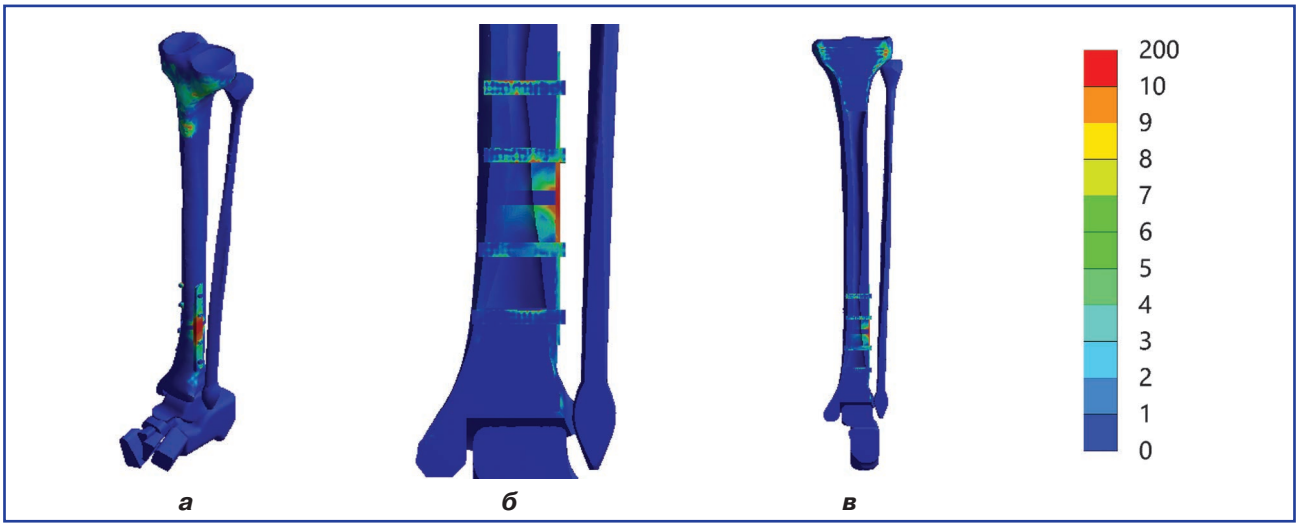


Рисунок 8. Картина розподілу напружень у моделі гомілки з переломом великогомілкової кістки в нижній третині та остеосинтезом накістковою пластиною під навантаженням на кручення величиною 12,0 Н·м: а) загальний вигляд; б) зона перелому; в) розтин великогомілкової кістки

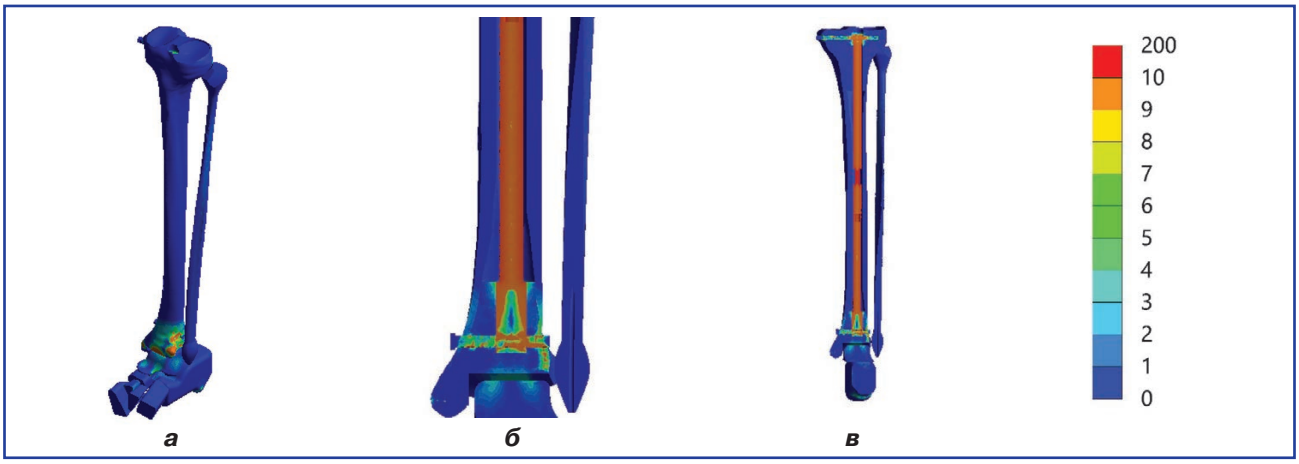


Рисунок 9. Картина розподілу напружень у моделі гомілки з переломом великогомілкової кістки в нижній третині та остеосинтезом інтрамедулярним стрижнем під навантаженням на кручення величиною 12,0 Н·м: а) загальний вигляд; б) зона перелому; в) розтин великогомілкової кістки

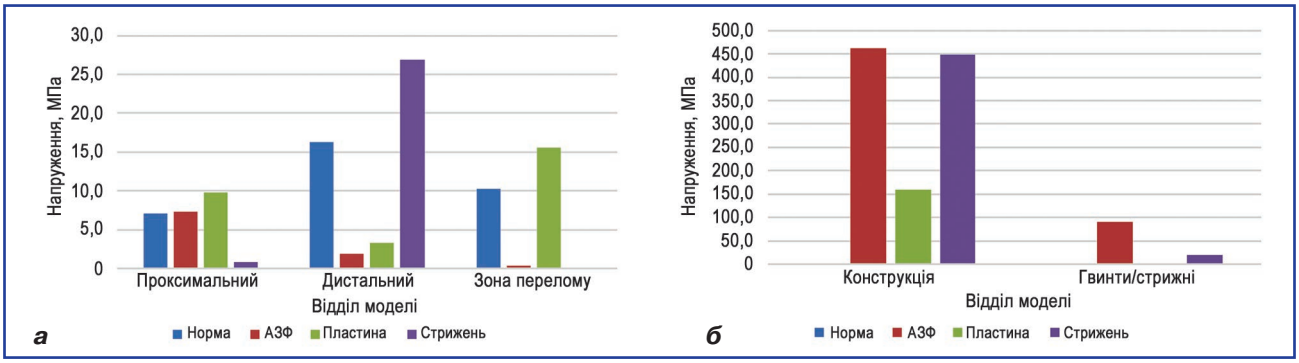


Рисунок 10. Діаграма величин максимальних напружень в елементах моделей гомілки з переломом великогомілкової кістки при різних варіантах остеосинтезу під навантаженням на кручення величиною 12,0 Н·м: а) у кістковій тканині; б) в елементах конструкції

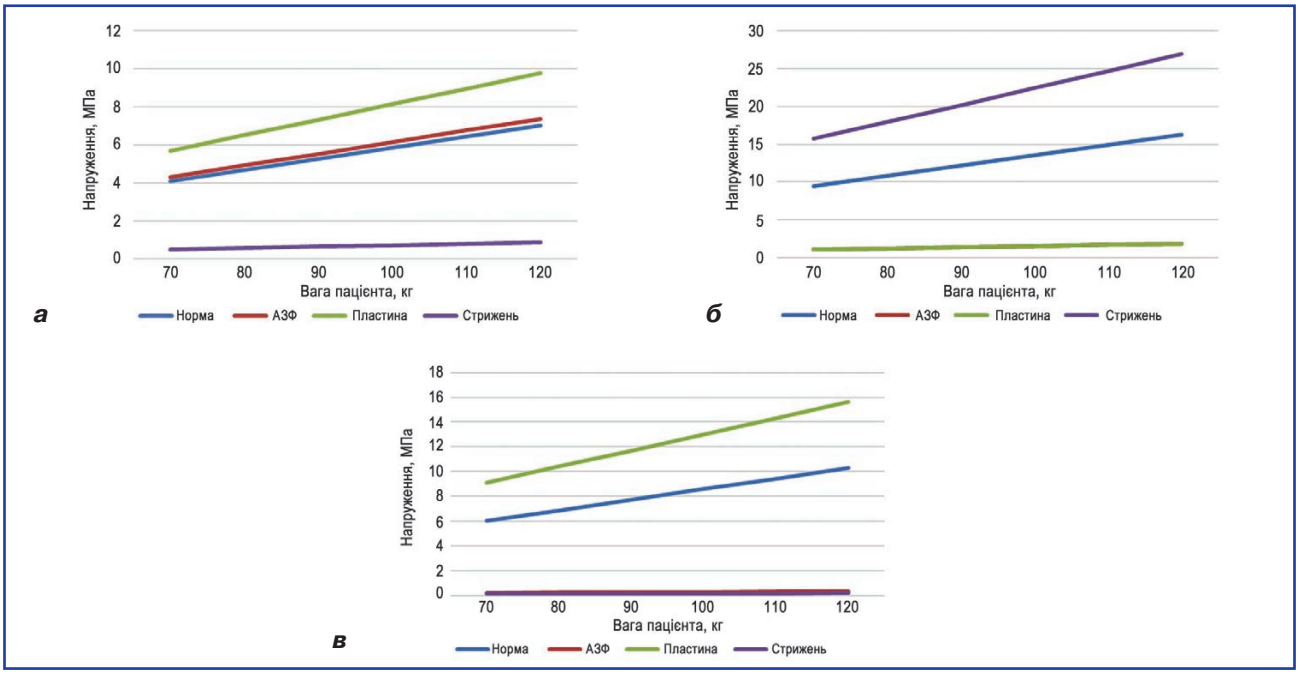


Рисунок 11. Графіки залежності величин напружень у моделі великогомілкової кістки при її переломі в нижній третині та різних видах остеосинтезу від ваги пацієнта: а) у проксимальному фрагменті; б) у дистальному фрагменті; в) у зоні перелому

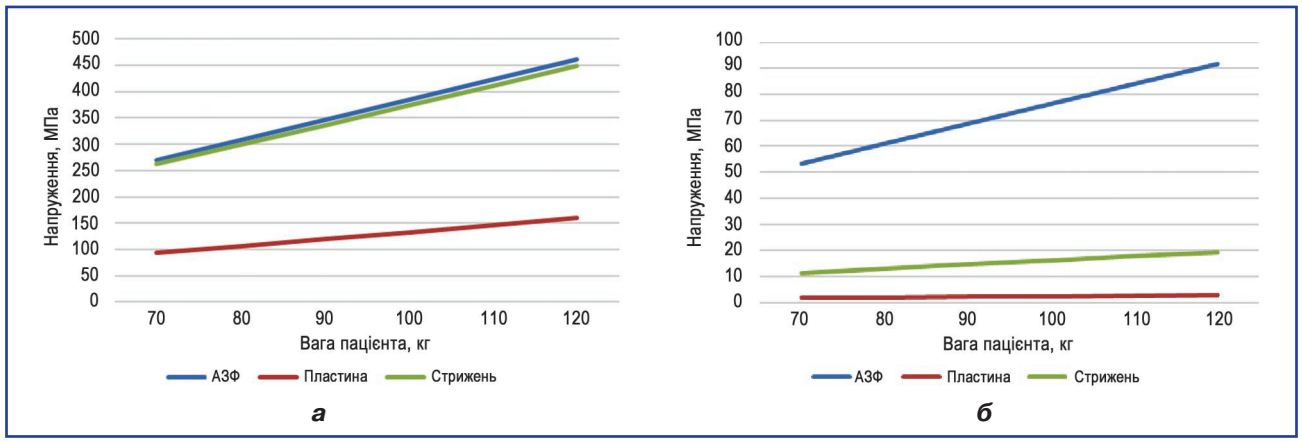


Рисунок 12. Графік залежності величин напружень в елементах металевих конструкцій і навколо фіксуючих гвинтів у великогомілковій кістці при її переломі в нижній третині та різних видах остеосинтезу від ваги пацієнта: а) в елементах конструкції; б) навколо фіксуючих гвинтів і стрижнів

Дані про максимальні значення напружень в елементах моделей гомілки з переломом великогомілкової кістки при різних варіантах остеосинтезу під навантаженням на кручення величиною 7,0 Н·м наведені в табл. 2.

Наочно порівняти величини напружень на різних елементах моделей гомілки з переломом великогомілкової кістки при різних варіантах остеосинтезу під навантаженням на кручення величиною 7,0 Н·м можна за допомогою діаграми, що наведена на рис. 6.

Розглянемо, як поводять себе моделі остеосинтезу великогомілкової кістки з переломом у її нижній третині при підвищенні навантаження до 12,0 Н·м, що відповідає вазі пацієнта 120 кг. Напружено-деформований стан моделі з остеосинтезом АЗФ відображено на рис. 7.

За наявності перелому великогомілкової кістки в нижній третині при її остеосинтезі АЗФ збільшення ваги пацієнта і величини навантаження на кручення призводить до підвищення величин напружень в усіх елементах моделі. Найбільші зміни спостерігаються на елементах конструкції, де напруження сягають позначки 461,1 МПа, і на фіксуючих стрижнях — 91,5 МПа. У кістковій тканині найвищий рівень напружень визначається в проксимальному фрагменті великогомілкової кістки — 7,4 МПа, але в дистальному фрагменті й зоні перелому величини напружень залишаються на досить низькому рівні — 1,9 і 0,3 МПа відповідно.

Рис. 8 відображає напружено-деформований стан моделі гомілки з переломом великогомілкової кістки в нижній третині та остеосинтезом накістковою пластиною під навантаженням на кручення величиною 12,0 Н·м.

Збільшення ваги пацієнта не змінює характер розподілу напружень під впливом навантаження на кручення в моделі гомілки з переломом великогомілкової кістки в нижній третині та остеосинтезом накістковою пластиною. Отже, маємо підвищення рівня напружень в усіх елементах моделі: у зоні перелому й дистальному фрагменті — до 15,6 і 3,3 МПа відповідно, у проксимальному фрагменті — до 9,8 МПа. Найбільш напруженим елементом є накісткова пластина — 159,4 МПа, напруження на фіксуючих гвинтах хоча й підвищуються, але залишаються на дуже низький позначці — 2,7 МПа.

На останньому етапі роботи розглянемо розподіл напружень у моделі гомілки з переломом великогомілкової кістки в нижній третині та остеосинтезом інтрамедулярним стрижнем під навантаженням на кручення величиною 12,0 Н·м, що наведено на рис. 9.

Інтрамедулярний стрижень при збільшенні ваги пацієнта й крутного навантаження дозволяє зберегти низький рівень напружень як у зоні перелому — на рівні 0,2 МПа, так і в проксимальному фрагменті великогомілкової кістки — 0,9 МПа. У дистальному фрагменті напруження зростають до рівня 26,9 МПа. Найбільший рівень напружень — 449,1 МПа визначається на самому стрижні, а на фіксуючих гвинтах — 19,4 МПа.

У табл. 3 наведені дані про величини максимальних напружень в елементах моделей гомілки з переломом великогомілкової кістки при різних варіантах остеосинтезу під навантаженням на кручення величиною 12,0 Н·м.

Для зручнішого порівняння величин напружень на різних елементах моделей гомілки з переломом великогомілкової кістки при різних варіантах остеосинтезу під навантаженням на кручення величиною 12,0 Н·м була побудована діаграма, яка наведена на рис. 10.

Як показано на діаграмах, АЗФ та інтрамедулярний стрижень забезпечують мінімальний рівень напружень у зоні перелому при навантаженні на кручення. Остеосинтез накістковою пластиною не забезпечує значних знижень напружень у жодній із зон великогомілкової кістки, виняток становлять фіксуючі гвинти, де напруження дорівнюють нулю. Що стосується величин напружень на елементах металевих конструкцій, то в

Таблиця 2. Величини максимальних напружень в елементах моделей гомілки з переломом великогомілкової кістки при різних варіантах остеосинтезу під навантаженням на кручення величиною 7,0 Н·м

Відділ	Напруження, МПа			
	Норма	АЗФ	Пластина	Стрижень
Проксимальний	4,1	4,3	5,7	0,5
Дистальний	9,5	1,1	1,9	15,7
Зона перелому	6,0	0,2	9,1	0,1
Конструкція		269,0	93,0	262,0
Вхід гвинтів		53,4	1,6	11,3

Таблиця 3. Величини максимальних напружень в елементах моделей гомілки з переломом великогомілкової кістки при різних варіантах остеосинтезу під навантаженням на кручення величиною 12,0 Н·м

Відділ	Напруження, МПа			
	Норма	АЗФ	Пластина	Стрижень
Проксимальний	7,0	7,4	9,8	0,9
Дистальний	16,3	1,9	3,3	26,9
Зона перелому	10,3	0,3	15,6	0,2
Конструкція		461,1	159,4	449,1
Вхід гвинтів		91,5	2,7	19,4

цьому випадку накісткова пластина виглядає краще за інші конструкції.

Для наочного уявлення про зміни величин напружень в елементах великогомілкової кістки при її переломі в нижній третині та різних видах остеосинтезу залежно від ваги пацієнта були побудовані графіки, наведені на рис. 11.

Проведені дослідження показали, що залежність зміни величин напружень у кістковій тканині від ваги пацієнта є лінійною. При цьому АЗФ та інтрамедулярний стрижень забезпечують зниження величин напружень в зоні перелому, що стають значно нижчими від рівня показників для неушкодженої кістки. У дистальному відділі найнижчий рівень напружень визначається в моделі з остеосинтезом накістковою пластиною. У проксимальному відділі великогомілкової кістки напруження, що перевищують показники моделі з неушкодженою кісткою, виникають при використанні інтрамедулярного стрижня.

Графіки, наведені на рис. 12, демонструють залежність величин напружень в елементах металевих конструкцій при остеосинтезі великогомілкової кістки з переломом у нижній третині від ваги пацієнта.

Також, як і в кістковій тканині, у металевих конструкціях величини напружень прямо пропорційно залежать від ваги пацієнта. Найменші напруження виникають у накістковій пластині. Те саме відбувається і навколо фіксуючих гвинтів і стрижнів при використанні накісткової пластини, де напруження визначаються на найнижчому рівні порівняно з іншими конструкціями.

Висновки

1. Найвищі показники рівня напружень в зоні перелому (від 9,1 до 15,6 МПа) визначено при використанні накісткової пластини, одночасно на металевій конструкції та фіксуючих гвинтах напруження визначаються на найнижчому рівні (від 93,0 до 159,4 МПа і від 1,6 до 2,7 МПа відповідно).

2. Остеосинтез за допомогою АЗФ забезпечує досить низький рівень напружень (від 0,2 до 0,3 МПа) в зоні перелому, але недоліком є високій рівень напружень у проксимальному відділі великогомілкової кістки (від 4,3 до 7,4 МПа).

3. Найнижчі показники напружень в зоні перелому (від 0,1 до 0,2 МПа) і проксимальному фрагменті великогомілкової кістки (від 0,5 до 0,9 МПа) визначаються при використанні остеосинтезу інтрамедулярним стрижнем, але в дистальному відділі рівень напружень є найвищим серед усіх варіантів остеосинтезу — від 15,7 до 26,9 МПа.

4. Отже, за критерієм величини напружень у зоні перелому при діафізарних переломах великогомілкової кістки в нижній третині найбільш ефективним виявляється остеосинтез за допомогою інтрамедулярного стрижня. Найменш ефективною є накісткова пластина.

Конфлікт інтересів. Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів і власної фінансової зацікавленості при підготовці даної статті.

Список літератури

1. Буцька Л.В. Використання індексу маси тіла, як важливої складової фізичної та медичної реабілітації, для профілактики неінфекційних захворювань. Вісник Чернігівського національного медичного університету. 2013. Вип. 107. Т. 2. С. 144-147.

2. Пелипенко О.В., Ковальов О.С. Аналіз причин механічних ускладнень після остеосинтезу кінцівок. Проблеми травматології та остеосинтезу. 2020. № 1(19). С. 47-59.

3. Jupiter J.B., Ring D., Rosen H. The complications and difficulties of management of nonunion in the severely obese. Journal of Orthopaedic Trauma. 1995. 9(5). 363-370. DOI: 10.1097/00005131-199505000-00001. PMID: 8537837.

4. Стойко И.В., Бец Г.В., Бец И.Г., Карпинский М.Ю. Анализ напряженно-деформированного состояния дистального отдела голени и стопы при повреждениях pilon в условиях наружной фиксации при помощи стержневых аппаратов. Травма. 2014. Т. 15. № 1. С. 41-49. DOI: 10.22141/1608-1706.1.15.2014.81263

5. Александров А.В., Потапов В.Д., Державин Б.П. Сопротивление материалов. М.: Высшая школа, 2000. 560 с.

6. Карпинський М., Строєв М., Березка М., Григорук В., Яреско О. Ефективність протидії навантаженням на кручення різних варіантів остеосинтезу відламків гомілки (за результатами математичного моделювання). Ортопедия, травматология и протезирование. 2022. (1–2). 34-42. https://doi.org/10.15674/0030-598720221-234-42.

7. Березовский В.А., Колотилов Н.Н. Биофизические характеристики тканей человека: Справочник. К.: Наукова думка, 1990. 224 с.

8. Васюк В.Л., Коваль О.А., Карпінський М.Ю., Яресько О.В. Математичне моделювання варіантів остеосинтезу переломів дистального метаепіфіза великогомілкової кістки типу С1. Травма. 2019. Т. 20. № 1. С. 37-46. DOI: 10.22141/1608-1706.1.20.2019.158666.

9. Корж М.О., Романенко К.К., Прозоровський Д.В., Карпінський М.Ю., Яресько О.В. Математичне моделювання впливу деформації кісток гомілки на навантаження суглобів нижньої кінцівки. Травма. 2016. Т. 17. № 3. С. 23-24.

10. Gere J.M., Timoshenko S.P. Mechanics of Material. 1997. P. 912.

11. Зенкевич О.К. Метод конечных элементов в технике. Москва: Мир, 1978. 519 с.

12. Алямовский А.А. SolidWorks/COSMOSWorks. Инженерный анализ методом конечных элементов. Москва: ДМК Пресс, 2004. 432 с.

Отримано/Received 10.01.2023
Рецензовано/Revised 17.01.2023
Прийнято до друку/Accepted 24.01.2023

Information about authors

Stroiev Maksym, PhD-student, Department of Emergency and Urgent Medical Care, Orthopedics and Traumatology, Kharkiv National Medical University, Nauky Ave., 4, Kharkiv, 61022, Ukraine; phone + 38 (066) 720-01-73; e-mail: mystroiev.po20@knmu.edu.ua; https://orcid.org/0000-0002-0980-983X

Berezka Mikola, MD, PhD, Professor at the Department of Emergency and Urgent Medical Care, Orthopedics and Traumatology, Kharkiv National Medical University, Nauky Ave., 4, Kharkiv, 61022, Ukraine; phone +38 (067) 575-03-03; e-mail: mi.berezka@knmu.edu.ua; https://orcid.org/0000-0003-4095-8494

Vlasenko Dmytro, PhD, Assistant at the Department of Emergency and Urgent Medical Care, Orthopedics and Traumatology, Kharkiv National Medical University, Nauky Ave., 4, Kharkiv, 61022, Ukraine; phone +38 (063) 363-33-32; e-mail: dv.vlasenko@knmu.edu.ua; https://orcid.org/0000-0001-5715-6573

Mykhailo Karpinsky, Senior Research Fellow of biomechanics laboratory, State Institution "Sytenko Institute of Spine and Joint Pathology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine", Pushkinska st., 80, Kharkiv, 61024, Ukraine; phone +38 (057) 725-14-74, +38 (067) 571-48- 63; e-mail: korab.karpinsky9@gmail.com; https://orcid.org/0000-0002-3004-2610

Yaresko Olexander, Junior Research Fellow of biomechanics laboratory, State Institution "Sytenko Institute of Spine and Joint Pathology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine", Pushkinska st., 80, Kharkiv, 61024, Ukraine; phone +38 (057) 725-14-74; avyresko@gmail.com; https://orcid.org/0000-0002-2037-5964

Conflicts of interests. Authors declare the absence of any conflicts of interests and own financial interest that might be construed to influence the results or interpretation of the manuscript.

M.Yu. Stroiev[1], M.I. Berezka[1], D.V. Vlasenko[1], M.Yu. Karpinsky[2], O.V. Yaresko[2]
[1]Kharkiv National Medical University, Kharkiv, Ukraine
[2]State Institution "Sytenko Institute of Spine and Joint Pathology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine", Kharkiv, Ukraine

Mathematical modeling of resistance to torsional loads with various options for osteosynthesis of tibial fragments in fractures in the lower third of the diaphysis

Abstract. ***Background.*** The excessive weight of a patient creates certain complications in the course of the disease, which are caused by an increase in the load on the biomechanical structure. The bones of the lower leg will experience significant torsional loads. Such loads are the most dangerous, as they represent a complex combination of bending, stretching and compression loads. The purpose was to conduct a comparative analysis of the stress-strain state of models with a tibial fracture in the lower third of the diaphysis under the influence of torsional load with different options of osteosynthesis and depending on the patient's weight. ***Materials and methods.*** A fracture in the lower third of the tibia and three types of osteosynthesis were simulated using an external fixation device, a bone plate, and an intramedullary rod. The torque of 7 and 12 Nm was applied to the tibial plateau. ***Results.*** An intramedullary rod provides a minimum stress level in the fracture zone under torsional load. Osteosynthesis with a bone plate does not provide significant stress reductions in any of the tibial areas, except for the fixing screws, where the stresses are zero. As for the values of stresses on the elements of metal structures, in this case a bone plate looks better than other structures. External fixation device and an intramedullary rod provide a reduction in stress values in the fracture zone significantly below the level for an intact bone. In the distal part, stress level is lowest in the model with a bone plate osteosynthesis. In the proximal part of the tibia, stresses exceeding the parameters of the model with an intact bone occur when using an intramedullary rod. The lowest stresses occur in a bone plate. The same happens around the fixing screws and rods when using a bone plate, where stresses are at the lowest level compared to other structures. ***Conclusions.*** The stress levels in the fracture zone are highest when using a bone plate; at the same time, the stress levels on the metal structure and fixing screws are at the lowest level. Osteosynthesis with the help of external fixation device ensures a fairly low level of stresses in the fracture zone, but the disadvantage is a high level of stresses in the proximal part of the tibia. The stress values in the fracture zone and in the proximal tibia are lowest when using osteosynthesis with an intramedullary rod, but in the distal part, the stresses are at the highest level among all options of osteosynthesis. Thus, according to the criterion of the stress value in the fracture zone, osteosynthesis using an intramedullary rod is the most effective for diaphyseal fractures of the tibia in the lower third. A bone plate appears to be least effective.

Keywords: tibia; diaphysis; lower third; fracture; torsion; osteosynthesis

УДК 617

DOI: https://doi.org/10.22141/1608-1706.1.24.2023.930

Штробля В.В.[1], Дроговоз С.М.[2], Луценко Р.В.[3]
[1]Ужгородський національний університет, м. Ужгород, Україна
[2]Національний фармацевтичний університет, м. Харків, Україна
[3]Полтавський державний медичний університет, м. Полтава, Україна

Нетрадиційні методи лікування остеоартрозу колінного суглоба

Резюме. *Сьогодні лікування остеоартрозу (ОА), як і раніше, є серйозною проблемою для медицини. Незважаючи на те, що багато широко використовуваних консервативних методів лікування ОА колінного суглоба визнані ефективними, триває пошук нових методів. Оскільки суглобовий хрящ має обмежений потенціал відновлення, ефективні методи лікування залишаються складними актуальними завданнями. Інноваційна терапія спрямована на пошук найкращого способу лікування для уповільнення прогресування ОА. Актуальними є епідеміологічні та клінічні дослідження ОА, оскільки епідеміологічні дослідження виявляють фактори ризику виникнення і прогресування цього захворювання, а клінічні дослідження відіграють важливу роль для нових методів лікування ОА, включно з пероральною, ін'єкційною та внутрішньосуглобовою терапією. Сьогодні провідні фахівці з лікування ОА продовжують дискутувати щодо корисності внутрішньосуглобових ін'єкцій (ВСІ) та доходять різних висновків.* ***Мета дослідження:*** *провести огляд літератури про лікування ОА колінного суглоба з аналізом інноваційних методів лікування щодо використання внутрішньосуглобових ін'єкцій (як-от: збагачена тромбоцитами плазма, терапія стовбуровими клітинами, пролотерапія, блокада генікулярного (колінного) нерва) та їх переваг і недоліків задля визначення можливих напрямків лікування, які є більш безпечними й економічно ефективними для пацієнта.* ***Матеріали та методи.*** *Пошук наукової інформації проведений в електронних базах PubMed, Google Scholar.* ***Результати.*** *У цьому огляді наведені методи лікування ОА із застосуванням внутрішньосуглобових ін'єкцій біологічно-фармакологічних засобів, як-от: збагачена тромбоцитами плазма, терапія стовбуровими клітинами та пролотерапія, блокада генікулярного нерва.* ***Висновки.*** *Зважаючи на мультидисциплінарний підхід, що включає біофармакологічні та немедикаментозні методи лікування ОА, внутрішньосуглобові ін'єкції можна розглядати як ефективну місцеву терапію ОА.*

Ключові слова: *остеоартроз; збагачена тромбоцитами плазма; терапія стовбуровими клітинами; пролотерапія; блокада генікулярного нерва*

Вступ

Остеоартроз (ОА) — хронічне захворювання, часто пов'язане зі старінням, тягар якого продовжуватиме збільшуватися в міру старіння населення [20]. ОА — багатофакторне захворювання цілого суглоба, виникнення та прогресування якого пов'язане зі зміною суглобового хряща, а також синовіальної оболонки, субхондральної кістки, зв'язок та м'язів за рахунок складних патогенетичних механізмів [31]. Причинами цього захворювання в основному є втрата хряща, утворення остеофітів та тривале зношування суглобового хряща [23]. Патофізіологічне витончення хрящів у суглобах при ОА призводить до тертя кісток, викликаючи тугорухливість, біль та порушення рухів з погіршенням якості життя та є значним соціальним та економічним тягарем [33]. Основними цілями лікування ОА є полегшення болю, уповільнення прогресування структурних змін суглобів, зменшення функціональних обмежень та покращення якості життя [15]. Хоча тотальне ендопротезування колін-

© «Травма» / «Trauma» («Travma»), 2023
© Видавець Заславський О.Ю. / Publisher Zaslavsky O.Yu., 2023

Для кореспонденції: Дроговоз Світлана, доктор медичних наук, заслужений працівник народної освіти України, професор кафедри фармакології та фармакотерапії, Національний фармацевтичний університет, вул. Пушкінська, 53, м. Харків, 61002, Україна; e-mail: redact@i.ua
For correspondence: Svetlana Drogovoz, MD, PhD, Honored Worker of Public Education of Ukraine, Professor at the Department of Pharmacology and Pharmacotherapy, National University of Pharmacy, Pushkinska st., 53, Kharkiv, 61002, Ukraine; e-mail: redact@i.ua
Full list of authors information is available at the end of the article.

ного суглоба вважається останнім методом вибору, якщо ОА прогресує до термінальної стадії, але існує значний ризик ускладнень, включаючи ревізію, інфекцію та незадовільну функцію суглоба [12]. Тому щодо пацієнтів з ОА дедалі більшу увагу привертають нехірургічні втручання, зокрема внутрішньосуглобові ін'єкції (ВСІ) у колінний суглоб.

Мета дослідження: провести огляд літератури з лікування ОА колінного суглоба з аналізом нових методів лікування: використання внутрішньосуглобових ін'єкцій, таких як плазма, збагачена тромбоцитами, терапія стовбуровими клітинами, пролотерапія, блокада генікулярного нерва; їх переваг та недоліків для визначення можливих напрямків лікування, які є безпечними, економічно ефективними для пацієнта.

Матеріали та методи. Пошук наукової інформації проведений в електронних базах PubMed, Google Scholar щодо лікування ОА колінного суглоба.

Результати та їх обговорення

Експерти з ОА пропонують чотири фенотипи цього захворювання, значною мірою засновані на патогенезі: механічний, метаболічний, остеопорозний та запальний. Проте клінічна стратифікація пацієнтів може сприяти точнішій ідентифікації потенційних терапевтичних цілей, але потребує комплексної попередньої оцінки [32]. Нехірургічні методи лікування ОА повинні відповідати таким умовам: мають сповільнити на рентгені втрату ширини щілини в колінному суглобі та відповідно поліпшити функції останнього [33]. У сучасній літературі представлені два терапевтичні напрямки лікування ОА колінного суглоба: засоби, які спрямовані на дегенерацію хряща, та препарати, що підтримують регенерацію хряща [28].

Основні групи препаратів, відомі як симптоматичні повільно діючі препарати, використовуються у пацієнтів з ОА для усунення болю та ранкової скутості, а також для уповільнення прогресування захворювання. Серед препаратів цієї групи найкраще вивчені *хондроїтин сульфат, глюкозамін*. Клінічні випробування з використанням магнітно-резонансної томографії (МРТ) підтвердили дію хондроїтин сульфату у зменшенні втрати об'єму хряща [17]. Хондроїтин сульфат впливає на метаболізм протеогліканів та відіграє важливу роль у балансі анаболічних і катаболічних процесів, а також зменшує активність прозапальних факторів з деструктивними властивостями в остеобластах субхондральної кістки [26].

Терапевтичні методи, як-от пероральні *нестероїдні протизапальні препарати (НПЗП)*, фізіотерапія та ВСІ, були розроблені для полегшення болю у пацієнтів, які страждають на ОА [14]. Ферменти циклооксигенази через шлях метаболізму арахідонової кислоти сприяють вивільненню прозапальних простагландинів. Останні також беруть участь у опосередкуванні болю, тому НПЗП широко призначають як симптоматичне лікування при ОА [18]. Утім, деякі НПЗП додатково розглядаються для використання як засоби, що модифікують захворювання [7]. У дослідженні, проведеному на пацієнтах з ОА колінного суглоба, вивчався вплив целекоксибу, ібупрофену та диклофенаку на експресію прозапальних цитокінів синовіальної рідини (TNF-α, IL-6 та IL-8) та судинного ендотеліального фактора росту [5]. Крім значного полегшення болю, терапія цими НПЗП (особливо в більших дозах) продемонструвала помітні позитивні ефекти при ОА відносно зниження запальних маркерів у синовіальній рідині пацієнтів, і це дозволяє припустити, що ці препарати можуть розглядатися як такі, що мають структурно-модифікуючі властивості для суглоба [5].

Ці фармацевтичні препарати, що рекомендуються міжнародними посібниками для лікування ОА колінного суглоба, можуть полегшити симптоми останнього, але мають побічні ефекти при тривалому застосуванні [30].

Суглобова порожнина малочутлива до системного введення лікарських препаратів через обмежене надходження до неї кисню та крові, тоді як пряма внутрішньосуглобова ін'єкція є ефективним шляхом введення ліків [13]. Менш інвазивна ВСІ-терапія за допомогою кортикостероїдів, плазми, збагаченої тромбоцитами, гіалуронової кислоти забезпечує локальне введення фармакологічних сполук із протизапальною та хондропротекторною дією [6]. Сьогодні доведено, що для зменшення запалення та болю ефективними є застосування ін'єкцій кортикостероїдів та введення багатої на тромбоцити плазми [21, 29].

Терапія стовбуровими клітинами. За останнє десятиліття стовбурові клітини стали використовуватися як терапія для лікування болю та регенерації хряща. Мезенхімальні стовбурові клітини (МСК) легко вилучаються з жирової тканини, кісткового мозку і навіть плацентарної тканини [22]. Отже, джерелом стовбурових клітин щодо полегшення болю й покращення функції суглобів є МСК жирової тканини, пуповини та кісткового мозку. Ці основні види МСК виділяють та розмножують *in vitro*. Надалі ампліфіковані стовбурові клітини концентрують і вводять у колінний суглоб для усунення пошкоджень, спричинених ОА, через їх зручну доступність для ін'єкційної терапії. Оскільки патофізіологія ОА вважається як дегенеративною, так і запальною, є надія, що терапія стовбуровими клітинами сприятиме регенерації тканин завдяки посиленню місцевих факторів росту та стимулюванню протизапальної імунної відповіді [24]. Крім того, ВСІ на основі МСК мають добру гістосумісність і фармакологічну активність, сприяючи відновленню та регенерації пошкодженого хряща. Агміновані МСК у суглобовій порожнині пацієнта викликають змащувальну дію, а також можуть вивільняти біологічно активні фактори, наприклад трансформуючий фактор росту β (TGF-β), колаген типу II та сульфатовані глікозаміноглікани. Це допомагає регулювати баланс між анаболізмом і катаболізмом хряща, синовіальної оболонки та субхондральної кістки [34]. Грунтуючись на багатолінійн-

ному диференціюванні, за певних обставин (гіпоксія та аваскуляризація) МСК можуть диференціюватися в гіаліновий хрящ для відновлення зношених або пошкоджених суглобів [39]. Повідомляють, що імуномодулюючі та протизапальні ефекти, опосередковані МСК, не тільки пригнічують локальний біль і напругу, але також створюють відповідні умови для загоєння хряща [9]. МСК продукують фактори росту, як-от трансформуючий фактор росту (TGF), фактор росту ендотелію судин (VEGF) та фактор росту фібробластів (FGF), які дозволяють індукувати різні типи клітин для відновлювлення тканини.

Інсуліноподібний фактор росту (IGF), IL-6, а також TGF, VEGF, FGF відіграють роль у запобіганні клітинному апоптозу [27]. Через складний процес МСК проявляють свою дію в суглобі, сприяючи протизапальному та імунодепресивному ефекту. Вони також можуть диференціюватися відносно хондроцитів і, таким чином, мають теоретичну перевагу у відновленні суглобів. Передбачається, що МСК також можуть залучати клітини до ділянок дегенерації та приводити до проліферації функціонального хряща. МСК можуть також сприяти репопуляції клітини-попередника, щоб зменшити запалення або подальшу деградацію суглоба. Утім, точний механізм дії МСК залишається до кінця не розкритим у літературі.

Доказано, що лікування МСК може бути корисним для пацієнтів з ОА, які несприйнятливі до консервативної лікарської терапії, оскільки терапія МСК не тільки полегшує клінічні симптоми ОА, гальмує його прогресування, що дає змогу відстрочити заміну суглоба або уникнути її у пацієнтів з ОА середнього або тяжкого ступеня [9].

Пролотерапія. Декстроза недорога та доступна у клінічних умовах. Інтуїтивно пролотерапія декстрозою видається перспективною альтернативною ін'єкційною терапевтичною процедурою для лікування хронічних захворювань опорно-рухового апарату. Незважаючи на різні рекомендації, останніми роками продовжували з'являтися рандомізовані випробування пролотерапії зі зростаючим обсягом оглядів літератури, особливо у 2016–2017 роках [38]. Дослідження на тваринах показали, що періартикулярна ін'єкція декстрози також може сприяти одужанню, викликаючи проліферацію судин, фібробластів та потовщення хряща [35]. Концентрація декстрози становила від 10 до 25 % для ВСІ, тоді як позасуглобові ін'єкції були в діапазоні концентрацій від 12,5 до 15 % [38].

Крім того, відомо, що гіпертонічний подразнюючий розчин декстрози (пролотерапія) використовується як внутрішньосуглобово, так і для навколосуглобового введення при лікуванні ОА колінного суглоба [35]. Існують деякі варіації в методах періартикулярного введення декстрози, але двома ключовими методами є Lyftogt і Hackett [10]. У методиці Ліфтогта декстрозу вводять у підшкірні тканини, а метод Хакетта, навпаки, включає введення її у фіброзно-кісткове з'єднання зв'язок або сухожилля. Однак невелика перевага спостерігається під час комбінації обох методів [3]. Важливо також, що ін'єкція гіперосмолярного розчину декстрози може гіперполяризувати ноцицептивні болючі волокна, викликаючи відкриття калієвих каналів, що призводить до зниження сприйняття болю [10].

Вчені пропонують три можливі механізми пролотерапії. По-перше, основною концепцією пролотерапії є регенерація та відновлення тканин шляхом індукції запалення за допомогою подразників. По-друге, існують дані про прохондрогенний ефект пролотерапії декстрозою [38]. Третій передбачуваний механізм є прямою знеболювальною дією декстрози. Подвійне сліпе рандомізоване дослідження показало, що каудальна епідуральна ін'єкція декстрози (5%, без місцевої анестезії) приводить до зменшення болю у пацієнтів із хронічним болем у нижній частині спини та сідницях чи ногах. Початок знеболювання відбувався вже через 15 хвилин після ін'єкції, що підтверджує гіпотезу про те, що декстроза може чинити пряму нейросенсорну дію [16, 38]. Точний механізм пролотерапії не зовсім зрозумілий, але вважається, що вона викликає прозапальну реакцію, яка сприяє вивільненню факторів росту та цитокінів, що в кінцевому підсумку приводить до регенеративного процесу в ураженому суглобі [10].

Таким чином, пролотерапія, ймовірно, надає користь і не завдає шкоди, хоча якість доступних даних літератури ускладнює доведення цього твердження.

Сьогодні викликає великий клінічний інтерес такий метод, як *збагачена тромбоцитами плазма (Platelet-rich plasma, PRP)*, що є продуктом регенеративної медицини. PRP є автологічною плазмою, яка містить більш високу концентрацію тромбоцитів, ніж плазма *in vivo*. PRP одержують шляхом центрифугування автологічної крові пацієнта з використанням одно- або двоспінового підходу [29].

Хоча стандартизованої концентрації тромбоцитів у PRP немає, загальноприйнято, що вона повинна містити у 2–8 разів більше тромбоцитів, ніж автологічна сироватка [2]. PRP включає гранули, що містять фактори росту: трансформуючий фактор росту β, тромбоцитарний фактор росту (PDGF), інсуліноподібний фактор росту (IGF), фактор росту ендотелію судин (VEGF) та фактор росту фібробластів, цитокіни, хемокіни й інші медіатори, що беруть участь у проліферації МСК та продукції колагену і, таким чином, відіграють важливу роль у відновленні хряща [19].

Коли тромбоцити активуються, вони швидко вивільняють зі своїх α-гранул численні фактори росту, як-от TGF-β та IGF-1 [40]. Вважається, що разом із факторами згортання крові, цитокінами й іншими білками тромбоцитів ці фактори росту зміцнюють хрящовий матрикс хондроцитів, а також зменшують запальні ефекти деяких цитокінів, що беруть участь у процесі ОА [40]. Певні фактори росту продовжують збільшуватися в різні моменти часу після введення PRP, яка стимулює ендогенні шляхи, а не просто чинить одноразовий вплив на фактори росту [37]. PRP має антиноцицептивну та протизапальну

дії, які можуть зменшувати біль та модулювати процес ОА, а також відіграє хондропротекторну роль, стимулюючи вироблення ендогенної гіалуронової кислоти, та сприяє синтезу хрящового матриксу [4]. Проте оптимальна доза та частота використання PRP при ОА колінного суглоба залишаються спірними питаннями, починаючи від щотижневої до кожні 3–4 тижні з одноразовими або багаторазовими ін'єкціями [1]. Побічні ефекти після всіх втручань PRP були незначними, включно з болем у місці ін'єкції та тугорухливістю суглобів.

Таким чином, PRP є багатообіцяючим новим продуктом регенеративної медицини, який може доповнити сучасні методи лікування, але, на жаль, не має надійних доказів на підтримку використання у клінічній практиці.

Блокада гілок колінного нерва (genicular nerve block, GNB) — багатокомпонентна нейронна іннервація колінного суглоба за участю суглобових гілок стегнового, великогомілкового, підшкірного, замикального та загального малогомілкового нервів [8]. Сумація цих суглобових гілок називається колінними нервами. Використовуючи точні анатомічні положення на верхній латеральній, верхній медіальній і нижній медіальній межах в ділянках стегнової та великогомілкової кісток, фахівці зі знеболювання можуть впливати на колінний нерв за допомогою радіочастотної абляції (РЧА). РЧА колінних нервів є мінімально інвазивним методом лікування ОА. Процедура створює високочастотний струм на кінчику голки, останній проходить від електрода через заземлювальний майданчик, розташований на тілі хворого. Електромагнітне поле, що створюється на дистальному кінці голки, виділяє тепло, яке викликає денатурацію білка та/або некроз клітин залежно від температури, тривалості і близькості кінчика голки до нерва [11]. Знеболювання досягається завдяки інгібуванню колінчастих нервових волокон, що іннервують колінний суглоб. У цьому методі існує безліч підходів від звичайної РЧА (високотемпературна абляція нервів), імпульсної РЧА (низькотемпературна електрична стимуляція) та недоречно названої охолоджуваної РЧА (високотемпературна абляція нервів) для зміни нейронних структур та хімічного складу при тривалому лікуванні ОА колінного суглоба [8]. Сьогодні РЧА може вважатися безпечним, неопіоїдним варіантом для лікування ОА з тривалим ефектом, але значні докази, що підтверджують його перевагу над іншими різновидами терапії, відсутні.

Таким чином, сьогодні для лікування ОА залишається актуальним питання ефективніших ін'єкційних методів лікування, тому щорічно у світі з'являються такі нові способи. Останнім часом використання кріоанальгезії для створення ділянки, що охолоджується, навколо нервів, які іннервують коліно, показало себе багатонадійним методом для лікування болю та симптомів ОА колінного суглоба [25]. Використання мультиоміки, насамперед протеоміки, та метаболоміки є перспективним новим підходом у лікуванні ОА. Кілька компонентів класичного каскаду комплементу, а також прозапальні цитокіни (наприклад, ІЛ-6, ІЛ-8 та ІЛ-18) були ідентифіковані в синовіальній рідині при ОА [36]. Ідентифікація цих відповідних біомаркерів буде корисною для ранньої діагностики ОА та створення нових методів його лікування.

Висновки

ОА — хронічне та патогенетично багатогранне захворювання, яке залишається основною причиною інвалідності в усьому світі. Деградація хряща, запалення й ремоделювання кістки розглядаються як терапевтичні мішені в розвитку ОА. Сьогодні доступні методи лікування ОА зосереджені в основному на полегшенні симптомів і зменшенні суглобових порушень, а не на зміні прогресування захворювання. Клінічне значення мають дослідження різних методів лікування, які регулюють процеси катаболізму й анаболізму хряща, контролюють запалення та ремоделюють субхондральну кістку колінного суглоба.

Отже, нами розглянуті нехірургічні біологічно-фармакологічні методи лікування ОА, як-от: збагачена тромбоцитами плазма, пролотерапія, блокада колінного нерва та терапія стовбуровими клітинами. Вони недорогі, а також прості у застосуванні, з хорошими профілями безпеки. Ці методи лікування часто розглядаються як остання зупинка перед оперативним втручанням та мають особливе значення.

Конфлікт інтересів. Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів та власної фінансової зацікавленості при підготовці даної статті.

Список літератури

1. Buendía-López D., Medina-Quirós M., Fernández-Villacañas Marín M.Á. Clinical and radiographic comparison of a single LP-PRP injection, a single hyaluronic acid injection and daily NSAID administration with a 52-week follow-up: a randomized controlled trial. J. Orthop. Traumatol. 2018 Aug 20. 19(1). 3. doi: 10.1186/s10195-018-0501-3. PMID: 30128934; PMCID: PMC6102156.-46.

2. Cook C.S., Smith P.A. Clinical Update: Why PRP Should Be Your First Choice for Injection Therapy in Treating Osteoarthritis of the Knee. Curr. Rev. Musculoskelet. Med. 2018 Dec. 11(4). 583-592. doi: 10.1007/s12178-018-9524-x. PMID: 30350299; PMCID: PMC6220006.-40.

3. Dumais R., Benoit C., Dumais A., Babin L., Bordage R., de Arcos C., Allard J., Bélanger M. Effect of regenerative injection therapy on function and pain in patients with knee osteoarthritis: a randomized crossover study. Pain Med. 2012 Aug. 13(8). 990-9. doi: 10.1111/j.1526-4637.2012.01422.x. Epub 2012 Jul 3. PMID: 22759069.-33.

4. Foster T.E., Puskas B.L., Mandelbaum B.R., Gerhardt M.B., Rodeo S.A. Platelet-rich plasma: from basic science to clinical applications. Am. J. Sports Med. 2009 Nov. 37(11). 2259-72. doi: 10.1177/0363546509349921. PMID: 19875361.-45.

5. Gallelli L., Galasso O., Falcone D., Southworth S., Greco M., Ventura V., Romualdi P., Corigliano A., Terracciano R., Savino R., Gulletta E., Gasparini G., De Sarro G. The effects of nonsteroidal anti-inflammatory drugs on clinical outcomes,

synovial fluid cytokine concentration and signal transduction pathways in knee osteoarthritis. A randomized open label trial. Osteoarthritis Cartilage. 2013 Sep. 21(9). 1400-8. doi: 10.1016/j.joca.2013.06.026. PMID: 23973155.-15.

6. Gazendam A., Ekhtiari S., Bozzo A., Phillips M., Bhandari M. Intra-articular saline injection is as effective as corticosteroids, platelet-rich plasma and hyaluronic acid for hip osteoarthritis pain: a systematic review and network meta-analysis of randomised controlled trials. Br. J. Sports Med. 2021 Mar. 55(5). 256-261. doi: 10.1136/bjsports-2020-102179. Epub 2020 Aug 22. PMID: 32829298.-19.

7. Gibofsky A., Hochberg M.C., Jaros M.J., Young C.L. Efficacy and safety of low-dose submicron diclofenac for the treatment of osteoarthritis pain: a 12 week, phase 3 study. Curr. Med. Res. Opin. 2014 Sep. 30(9). 1883-93. doi: 10.1185/03007995.2014.946123. Epub 2014 Aug 6. PMID: 25050589.-14.

8. Gupta A., Huettner D.P., Dukewich M. Comparative Effectiveness Review of Cooled Versus Pulsed Radiofrequency Ablation for the Treatment of Knee Osteoarthritis: A Systematic Review. Pain Physician. 2017 Mar. 20(3). 155-171. PMID: 28339430.-47.

9. Ha C.W., Park Y.B., Kim S.H., Lee H.J. Intra-articular Mesenchymal Stem Cells in Osteoarthritis of the Knee: A Systematic Review of Clinical Outcomes and Evidence of Cartilage Repair. Arthroscopy. 2019 Jan. 35(1). 277-288.e2. doi: 10.1016/j.arthro.2018.07.028. Epub 2018 Nov 16. PMID: 30455086.-26.

10. Hassan F., Trebinjac S., Murrell W.D., Maffulli N. The effectiveness of prolotherapy in treating knee osteoarthritis in adults: a systematic review. Br. Med. Bull. 2017 Jun 1. 122(1). 91-108. doi: 10.1093/bmb/ldx006. PMID: 28334196.-32.

11. Iannaccone F., Dixon S., Kaufman A. A Review of Long-Term Pain Relief after Genicular Nerve Radiofrequency Ablation in Chronic Knee Osteoarthritis. Pain Physician. 2017 Mar. 20(3). E437-E444. PMID: 28339444.-48.

12. Jevsevar D.S., Brown G.A., Jones D.L., Matzkin E.G., Manner P.A., Mooar P., Schousboe J.T., Stovitz S. et al. The American Academy of Orthopaedic Surgeons evidence-based guideline on: treatment of osteoarthritis of the knee, 2nd edition. J. Bone Joint Surg. Am. 2013 Oct 16. 95(20). 1885-6. doi: 10.2106/00004623-201310160-00010. PMID: 24288804.-6.

13. Jones I.A., Togashi R., Wilson M.L., Heckmann N., Vangsness C.T. Jr. Intra-articular treatment options for knee osteoarthritis. Nat. Rev. Rheumatol. 2019 Feb. 15(2). 77-90. doi: 10.1038/s41584-018-0123-4. PMID: 30498258; PMCID: PMC6390843.-18.

14. Katz J.N., Arant K.R., Loeser R.F. Diagnosis and Treatment of Hip and Knee Osteoarthritis: A Review. JAMA. 2021 Feb 9. 325(6). 568-578. doi: 10.1001/jama.2020.22171. PMID: 33560326; PMCID: PMC8225295.-12.

15. Kolasinski S.L., Neogi T., Hochberg M.C., Oatis C., Guyatt G., Block J., Callahan L. et al. 2019 American College of Rheumatology. Arthritis Foundation Guideline for the Management of Osteoarthritis of the Hand, Hip, and Knee. Arthritis Care Res. (Hoboken). 2020 Feb. 72(2). 149-162. doi: 10.1002/acr.24131. Epub 2020 Jan 6. Erratum in: Arthritis Care Res (Hoboken). 2021 May. 73(5). 764. PMID: 31908149.-5.

16. Maniquis-Smigel L., Reeves K.D., Rosen H.J., Lyftogt J., Graham-Coleman C., Cheng A.L., Rabago D. Analgesic Effect and Potential Cumulative Benefit from Caudal Epidural D5W in Consecutive Participants with Chronic Low-Back and Buttock/Leg Pain. J. Altern. Complement. Med. 2018 Dec. 24(12). 1189-1196. doi: 10.1089/acm.2018.0085. Epub 2018 Jun 8. PMID: 29883193; PMCID: PMC6308281.-37.

17. Martel-Pelletier J., Raynauld J.P., Mineau F., Abram F., Paiement P., Delorme P., Pelletier J.P. Levels of serum biomarkers from a two-year multicentre trial are associated with treatment response on knee osteoarthritis cartilage loss as assessed by magnetic resonance imaging: an exploratory study. Arthritis Res. Ther. 2017 Jul 20. 19(1). 169. doi: 10.1186/s13075-017-1377-y. PMID: 28728606; PMCID: PMC5520291.-10.

18. Migliore A., Paoletta M., Moretti A., Liguori S., Iolascon G. The perspectives of intra-articular therapy in the management of osteoarthritis. Expert Opin. Drug Deliv. 2020 Sep. 17(9). 1213-1226. doi: 10.1080/17425247.2020.1783234. Epub 2020 Jun 22. PMID: 32543240.-13.

19. Muchedzi T.A., Roberts S.B. A systematic review of the effects of platelet rich plasma on outcomes for patients with knee osteoarthritis and following total knee arthroplasty. Surgeon. 2018 Aug. 16(4). 250-258. doi: 10.1016/j.surge.2017.08.004. Epub 2017 Sep 22. PMID: 28943099.-41.

20. Neogi T. The epidemiology and impact of pain in osteoarthritis. Osteoarthritis Cartilage. 2013 Sep. 21(9). 1145-53. doi: 10.1016/j.joca.2013.03.018.-1.

21. Orchard J.W. Is there a place for intra-articular corticosteroid injections in the treatment of knee osteoarthritis? BMJ. 2020 Jan 15. 368. l6923. doi: 10.1136/bmj.l6923. PMID: 31941647.-20.

22. Pas H.I., Winters M., Haisma H.J., Koenis M.J., Tol J.L., Moen M.H. Stem cell injections in knee osteoarthritis: a systematic review of the literature. Br. J. Sports Med. 2017 Aug. 51(15). 1125-1133. doi: 10.1136/bjsports-2016-096793. Epub 2017 Mar 3. PMID: 28258177.-22.

23. Peng H., Ou A., Huang X., Wang C., Wang L., Yu T., Zhang Y., Zhang Y. Osteotomy Around the Knee: The Surgical Treatment of Osteoarthritis. Orthop. Surg. 2021 Jul. 13(5). 1465-1473. doi: 10.1111/os.13021. Epub 2021 Jun 10. PMID: 34110088; PMCID: PMC8313165.-3.

24. Pers Y.M., Ruiz M., Noël D., Jorgensen C. Mesenchymal stem cells for the management of inflammation in osteoarthritis: state of the art and perspectives. Osteoarthritis Cartilage. 2015 Nov. 23(11). 2027-35. doi: 10.1016/j.joca.2015.07.004. PMID: 26521749.-23.

25. Radnovich R., Scott D., Patel A.T., Olson R., Dasa V., Segal N., Lane N.E., Shrock K. et al. Cryoneurolysis to treat the pain and symptoms of knee osteoarthritis: a multicenter, randomized, double-blind, sham-controlled trial. Osteoarthritis Cartilage. 2017 Aug. 25(8). 1247-1256. doi: 10.1016/j.joca.2017.03.006. Epub 2017 Mar 20. PMID: 28336454.-50.

26. Reginster J.Y., Veronese N. Highly purified chondroitin sulfate: a literature review on clinical efficacy and pharmacoeconomic aspects in osteoarthritis treatment. Aging Clin. Exp. Res. 2021 Jan. 33(1). 37-47. doi: 10.1007/s40520-020-01643-8. Epub 2020 Jul 7. PMID: 32638342; PMCID: PMC7897612.-11.

27. Rehman J., Traktuev D., Li J., Merfeld-Clauss S., Temm-Grove C.J., Bovenkerk J.E., Pell C.L., Johnstone B.H., Considine R.V., March K.L. Secretion of angiogenic and antiapoptotic factors by human adipose stromal cells. Circulation. 2004 Mar

16. 109(10). 1292-8. doi: 10.1161/01.CIR.0000121425.42966.F1. Epub 2004 Mar 1. PMID: 14993122.-27.

28. Rezuş E., Burlui A., Cardoneanu A., Macovei L.A., Tamba B.I., Rezuş C. From Pathogenesis to Therapy in Knee Osteoarthritis: Bench-to-Bedside. Int. J. Mol. Sci. 2021 Mar 7. 22(5). 2697. doi: 10.3390/ijms22052697. PMID: 33800057; PMCID: PMC7962130.-9.

29. Richards M.M., Maxwell J.S., Weng L., Angelos M.G., Golzarian J. Intra-articular treatment of knee osteoarthritis: from anti-inflammatories to products of regenerative medicine. Phys Sportsmed. 2016. 44(2). 101-8. doi: 10.1080/00913847.2016.1168272. Epub 2016 Apr 4. PMID: 26985986; PMCID: PMC4932822.-21.

30. Robinson P.D., McEwan J., Adukia V., Prabhakar M. Osteoarthritis and arthroplasty of the hip and knee. Br. J. Hosp. Med. (Lond.). 2018 Apr 2. 79(4). C54-C59. doi: 10.12968/hmed.2018.79.4.C54. PMID: 29620976.-17.

31. Roemer F.W., Kwoh C.K., Hayashi D., Felson D.T., Guermazi A. The role of radiography and MRI for eligibility assessment in DMOAD trials of knee OA. Nat. Rev. Rheumatol. 2018 Jun. 14(6). 372-380. doi: 10.1038/s41584-018-0010-z. PMID: 29752462; PMCID: PMC60081.

32. Roman-Blas J.A., Bizzi E., Largo R., Migliore A., Herrero-Beaumont G. An update on the up and coming therapies to treat osteoarthritis, a multifaceted disease. Expert. Opin. Pharmacother. 2016 Sep. 17(13). 1745-56. doi: 10.1080/14656566.2016.1201070. Epub 2016 Jul 4. PMID: 27326466.-7.

33. Rubio-Terrés C. Grupo del estudio VECTRA. Evaluación económica del uso de condroitín sulfato y antiinflamatorios no esteroideos en el tratamiento de la artrosis. Datos del estudio VECTRA [An economic evaluation of chondroitin sulfate and non-steroidal anti-inflammatory drugs for the treatment of osteoarthritis. Data from the VECTRA study]. Reumatol. Clin. 2010 Jul-Aug. 6(4). 187-95. Spanish. doi: 10.1016/j.reuma.2009.12.009. Epub 2010 Jun 24. PMID: 21794711.-4.

34. Saulnier N., Viguier E., Perrier-Groult E., Chenu C., Pillet E., Roger T., Maddens S., Boulocher C. Intra-articular administration of xenogeneic neonatal Mesenchymal Stromal Cells early after meniscal injury down-regulates metalloproteinase gene expression in synovium and prevents cartilage degradation in a rabbit model of osteoarthritis. Osteoarthritis Cartilage. 2015 Jan. 23(1). 122-33. doi: 10.1016/j.joca.2014.09.007. Epub 2014 Sep 16. PMID: 25219668.-24.

35. Sit R.W., Chung V.Ch., Reeves K.D., Rabago D., Chan K.K., Chan D.C., Wu X., Ho R.S., Wong S.Y. Hypertonic dextrose injections (prolotherapy) in the treatment of symptomatic knee osteoarthritis: A systematic review and meta-analysis. Sci. Rep. 2016 May 5. 6. 25247. doi: 10.1038/srep25247. Erratum in: Sci. Rep. 2017 Apr 07. 7. 45879. PMID: 27146849; PMCID: PMC4857084.-29.

36. Vicenti G., Bizzoca D., Carrozzo M., Solarino G., Moretti B. Multi-omics analysis of synovial fluid: a promi-sing approach in the study of osteoarthritis. J. Biol. Regul. Homeost. Agents. 2018 Nov-Dec. 32(6 Suppl. 1). 9-13. PMID: 30644275.-51.

37. Wasterlain A.S., Braun H.J., Harris A.H., Kim H.J., Dragoo J.L. The systemic effects of platelet-rich plasma injection. Am. J. Sports Med. 2013 Jan. 41(1). 186-93. doi: 10.1177/0363546512466383. Epub 2012 Dec 4. PMID: 23211708.-44.

38. Wee T.C., Neo E.J.R., Tan Y.L. Dextrose prolotherapy in knee osteoarthritis: A systematic review and meta-analysis. J. Clin. Orthop. Trauma. 2021 May 20. 19. 108-117. doi: 10.1016/j.jcot.2021.05.015. PMID: 34046305; PMCID: PMC8144680.-28.

39. Zhao A.G., Shah K., Freitag J., Cromer B., Sumer H. Differentiation Potential of Early- and Late-Passage Adipose-Derived Mesenchymal Stem Cells Cultured under Hypoxia and Normoxia. Stem Cells Int. 2020 Sep 18. 2020. 8898221. doi: 10.1155/2020/8898221. PMID: 33014073; PMCID: PMC7519987.-25.

40. Zhu Y., Yuan M., Meng H.Y., Wang A.Y., Guo Q.Y., Wang Y., Peng J. Basic science and clinical application of platelet-rich plasma for cartilage defects and osteoarthritis: a review. Osteoarthritis Cartilage. 2013 Nov. 21(11). 1627-37. doi: 10.1016/j.joca.2013.07.017. Epub 2013 Aug 7. PMID: 23933379.-42.

Отримано/Received 05.01.2023
Рецензовано/Revised 12.01.2023
Прийнято до друку/Accepted 19.01.2023

Information about authors
Viktor Shtroblia, PhD-student, medical faculty, Uzhhorod National University, Narodna Sq., 1, Uzhhorod, 88000, Ukraine; e-mail: redact@i.ua; https://orcid.org/0000-0003-3344-3580
Svetlana Drogovoz, MD, PhD, Honored Worker of Public Education of Ukraine, Professor at the Department of Pharmacology and Pharmacotherapy, National University of Pharmacy, Pushkinska st., 53, Kharkiv, 61002, Ukraine; e-mail: redact@i.ua; https://orcid.org/0000-0002-9997-2197
Ruslan Lutsenko, MD, PhD, Associate Professor and Head of the Department of Experimental and Clinical Pharmacology with Clinical Immunology and Allergology, Poltava State Medical University, Shevchenko st., 23, Poltava, 36011, Ukraine; e-mail: redact@i.ua; https://orcid.org/0000 0003 0277 0458

Conflicts of interests. Authors declare the absence of any conflicts of interests and own financial interest that might be construed to influence the results or interpretation of the manuscript.

V.V. Stroblia[1], S.M. Drogovoz[2], R.V. Lutsenko[3]
[1]Uzhhorod National University, Uzhhorod, Ukraine
[2]National University of Pharmacy, Kharkiv, Ukraine
[3]Poltava State Medical University, Poltava, Ukraine

Non-traditional methods of treatment for osteoarthritis of the knee

Abstract. Today, the treatment of osteoarthritis (OA), as before, is a serious problem for medicine. Although many of the widely used conservative methods for knee OA treatment are recognized as effective, the search for new methods continues. Since articular cartilage has a limited repair potential, effective treatment methods remain a current challenge. Innovative therapies are aimed to find the best treatment to slow the progression of OA. Epidemiological and clinical studies of OA are relevant, as epidemiological stu-

dies reveal risk factors for the onset and progression of this disease, and clinical studies play a role in new treatments for OA, including oral, injection, and intra-articular therapies. Today, leading experts in the treatment of OA continue to debate the usefulness of intra-articular injections and come to different conclusions. Objective: to conduct a literature review of knee OA treatment with an analysis of innovative treatment methods for the use of intra-articular injections, such as platelet-rich plasma, stem cell therapy, prolotherapy, genicular (knee) nerve block, and their advantages and disadvantages to determine possible directions of treatment that are safer and more cost-effective for a patient. ***Materials and methods.*** The search for scientific information was carried out in PubMed, Google Scholar electronic databases. ***Results.*** This review presents methods of treating OA with intra-articular injections of biopharmacological agents such as platelet-rich plasma, stem cell therapy and prolotherapy, and genicular nerve block. ***Conclusions.*** Considering the multidisciplinary approach, which includes biopharmacological and non-pharmacological methods of OA treatment, intra-articular injections can be considered as an effective local therapy.

Keywords: osteoarthritis; platelet-rich plasma; stem cell therapy; prolotherapy; genicular nerve block

DOI: https://doi.org/10.22141/1608-1706.1.24.2023.931

Зазірний І.М.[1], Савич В.В.[1], Левицький Є.А.[1, 2]
[1]Центр ортопедії, травматології та спортивної медицини, Клінічна лікарня «Феофанія», м. Київ, Україна
[2]Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, м. Київ, Україна

Пошкодження меніскокапсулярного з'єднання заднього рога медіального меніска (пошкодження рампи меніска)

Резюме. *Травми меніскокапсулярного з'єднання заднього рога медіального меніска часто зустрічаються в поєднанні з пошкодженням передньої хрестоподібної зв'язки. Поширеність цих травм становить від 9 до 42 %. В англомовній літературі це пошкодження має назву rump lesions, тому ми будемо користуватись терміном «пошкодження рампи». Анатомічно пошкодження рампи включають пошкодження заднього меніскокапсулярного з'єднання і меніскотибіальних зв'язок. Біомеханічно це пов'язано зі збільшенням зміщення великогомілкової кістки допереду та її внутрішньої і зовнішньої ротації внаслідок пошкоджень передньої хрестоподібної зв'язки. Магнітно-резонансна томографія корисна для оцінки меніскокапсулярного з'єднання. Нерівномірність або підвищений сигнал біля заднього відділу меніскокапсулярного з'єднання і/або зміна сигналу, що вказує на набряк заднього медіального плато великогомілкової кістки, може свідчити про наявність цих пошкоджень перед оперативним втручанням. Поточним еталоном для діагностики цих уражень є артроскопічна візуалізація задньомедіального меніскокапсулярного відділу з'єднання, яке видно через міжвиросткову ямку. Після виявлення пошкодження рампи потрібно оцінити стабільність за допомогою артроскопічного дослідження зондом для того, щоб визначити ступінь переднього зміщення меніска. Оптимальний вид лікування обговорюється в літературі, особливо для стабільних пошкоджень. Оперативне лікування показане для тих пошкоджень, які виявляються нестабільними під час дослідження зондом. У літературі доступна мала кількість робіт щодо лікування хворих з пошкодженням рампи меніска.*
Ключові слова: *медіальний меніск; задній ріг; меніскокапсулярне з'єднання (рампа); пошкодження*

Вступ

Розриви меніска часто зустрічаються при пошкодженнях передньої хрестоподібної зв'язки (ПХЗ), їх поширеність становить від 55 до 65 % [1]. Strobel at al. ввели термін «пошкодження рампи», щоб відрізнити цю травму від інших типів задніх поздовжніх розривів меніска, сагітальна магнітно-резонансна томографія (МРТ) показує, що ураження рампи виникають у задньому відділі меніска [2]. Останнім часом, окрім розриву периферичного меніскокапсулярного з'єднання, почали відзначати також розрив меніскотибіальних зв'язок [3]. Пошкодження цієї ділянки мають біомеханічне значення, оскільки вони збільшують не тільки переднє зміщення великогомілкової кістки, але і її внутрішню і зовнішню ротацію, що спостерігалось в трупних колінних суглобах з пошкодженням ПХЗ [4–6]. В англомовній літературі це пошкодження має назву rump lesions, тому ми будемо користуватись терміном «пошкодження рампи».

Пошкодження рампи були недостатньо розпізнані при травмі ПХЗ через труднощі з інтерпретацією пошкодження під час передопераційної МРТ і неможливість візуалізувати задньомедіальний відділ колінного суглоба зі стандартних передніх оглядових доступів під час артроскопії. Разом з тим пошкодження рампи присутні в 9–42 % пацієнтів, яким проводиться реконструкція ПХЗ [7–9]. Тому хірурги, які лікують хворих з пошкодженням ПХЗ, швидше за все, зіткнуться і з пошкодженням рампи. Хоча

© «Травма» / «Trauma» («Travma»), 2023
© Видавець Заславський О.Ю. / Publisher Zaslavsky O.Yu., 2023

Для кореспонденції: Зазірний Ігор Михайлович, доктор медичних наук, керівник Центру ортопедії, травматології і спортивної медицини, Клінічна лікарня «Феофанія» Державного управління справами, вул. Академіка Заболотного, 21, м. Київ, 03143, Україна; e-mail: zazirny@ukr.net
For correspondence: Igor Zazirnyi, MD, PhD, Head of the Centre of Orthopaedics, Traumatology and Sport Medicine, Clinical Hospital "Feofaniya" of the Agency of State Affairs, Academic Zabolotny st., 21, Kyiv, 03143, Ukraine, e-mail: zazirny@ukr.net
Full list of authors information is available at the end of the article.

доступна велика кількість доклінічної інформації щодо анатомії та біомеханіки уражень рампи меніска, кількість літератури, що допоможе хірургу з вибором оптимального підходу до лікування цих уражень, є обмеженою.

Метою цього огляду є узагальнення останніх даних щодо відповідної анатомії, біомеханіки наслідків, класифікації, поширеності, результатів фізикального обстеження, характеристики візуалізаційних методів обстеження, артроскопічного діагнозу, лікування, реабілітації та клінічних результатів уражень рампи меніска.

Поширеність

З огляду на те, що пошкодження ПХЗ викликає збільшення зміщення великогомілкової кістки допереду і посилення компресії на задній ріг медіального меніска, ураження рампи майже завжди пов'язані з травмою ПХЗ. Однак невеликі меніскокапсулярні відриви в умовах непошкодженої ПХЗ описуються як причина хронічного болю в медіальному відділі колінного суглоба [15, 16].

Останні дослідження продемонстрували різну поширеність уражень рампи, діагностованих під час реконструкції ПХЗ, — від 9 до 42 % [7–9]. Необхідно враховувати, як ці ураження ідентифікуються (МРТ або під час артроскопії), тому що багато розривів виявляється лише шляхом спеціального огляду задньомедіального відділу за допомогою 70° артроскопа через міжвиросткову ямку. При огляді медіального меніска через стандартні передні портали часто не можуть визначити ураження рампи через її далеке периферичне розташування.

Mansori et al. [16] оцінили серію пацієнтів з ушкодженнями ПХЗ і виявили, що даний тип ураження був третім за поширеністю типом розриву медіального меніска після вертикальних і розривів за типом ручки лійки.

Кілька факторів ризику пов'язано з механізмом ураження рампи в умовах повного розриву ПХЗ. Довший інтервал між травмою і реконструкцією ПХЗ збільшує ризик ураження рампи [8, 9]. Чоловіча стать і вік молодше за 30 років вважаються факторами ризику [8, 9].

Для пошкодження рампи медіального меніска в поєднанні з пошкодженням латерального меніска характерний механізм контактної травми, підвищена нестабільність суглоба за рахунок ослабленої ПХЗ, часто пошкодження рампи спостерігається при виконанні ревізійної пластики ПХЗ [7, 9]. Анатомічні фактори ризику для уражень рампи включають варусне відхилення понад 3°, медіальний нахил великогомілкової кістки понад 7,1°, медіальний нахил меніска від 3,2° [17] до 5° [18].

Анатомія

Медіальний меніск — це клиноподібна напівмісячна структура, яка за своєю природою є фіброзно-хрящовою з колагеновими волокнами по колу, скріпленими радіальними волокнами [10]. Він охоплює приблизно від 51 до 74 % загальної кількості медіальної поверхні великогомілкового плато, і задній ріг, і задній корінь помітно ширші, ніж передній ріг і передній корінь [10]. Медіальний меніск прикріплений до великогомілкового плато переважно переднім і заднім коренями. Він додатково закріплений меніскотибіальними зв'язками й периферичними меніскокапсулярними зв'язками [3]. Заднє меніскокапсулярне з'єднання знаходиться нижче від заднього краю медіального меніска і має середню довжину 20,2 ± 6,0 мм, що, по суті, є всією довжиною заднього рога медіального меніска (21,3 ± 2,0 мм) [3]. Прикріплюється задня меніскотибіальна зв'язка до нижньої сторони заднього рога медіального меніска і має спільне місце прикріплення з меніскокапсулярною зв'язкою [3]. Місце кріплення розташовується на 5,9 ± 1,3 мм нижче від суглобового хряща задньомедіального тибіального плато і направляється косо в нижню частину медіального меніска приблизно на 7,7 мм медіально і 16,5 мм дозаду від центра кореня заднього медіального меніска [3]. Ці зв'язки важливі для забезпечення нормальної біомеханіки колінного суглоба і є причиною того, що медіальний меніск менш рухливий порівняно з латеральним меніском [11]. Крім того, знижена рухливість дозволяє медіальному меніску функціонувати як вторинному стабілізатору великогомілкової кістки при її зміщенні допереду в умовах пошкодження ПХЗ [11]. Однак у такому стані медіальний меніск чутливий до пошкодження, через що збільшуються як відривні, так і стискаючі сили біля заднього рога медіального меніска [11].

Судинна анатомія менісків добре описана. Периферичний кровообіг становить від 10 до 20 % розміру меніска й отримує кровопостачання з медіальної, латеральної і середньої колінних артерій [12]. Внутрішні 80 % розміру меніска вважаються аваскулярними. Ця судинна асиметрія призвела до того, що периферична частина менісків називається червоно-червоною зоною з васкуляризацією по обидва боки розриву в цьому місці. Внутрішня аваскулярна ділянка називається біло-білою зоною, у ній відсутнє кровопостачання з обох боків пошкодження. Між цими двома ділянками знаходиться червоно-біла зона [12]. Отже, рампові ураження виникають у добре васкуляризованій ділянці, що теоретично збільшує потенціал для репарації.

Біомеханіка

Вважається, що рампові ураження викликані комбінованим вальгусним відхиленням, внутрішньою ротацією великогомілкової кістки й осьовим навантаженням при пошкодженій ПХЗ, коли патологічне навантаження передається на задньомедіальну капсулу колінного суглоба [13]. Традиційно вважалося, що пошкодження рампи включають лише порушення периферичних меніскокапсулярних зв'язок у ділянці заднього рога медіального меніска, однак

сучасна література показала, що пошкодження меніскотибіальних зв'язок також може бути наявним разом з розривом меніскокапсулярних зв'язок [3, 4]. Під час досліджень на ПХЗ-інтактних і ПХЗ-дефіцитних трупних колінних суглобах розтин меніскокапсулярних і меніскотибіальних зв'язок викликав збільшення переднього зміщення великогомілкової кістки [4]. На додаток до сагітальної нестабільності ушкодження рампи пов'язані як із внутрішньою, так і із зовнішньою ротаційною нестабільністю в колінних суглобах з пошкодженням ПХЗ [4]. У кількох дослідженнях оцінювався вплив рампових уражень як на нативну ПХЗ, так і на її реконструктивний трансплантат. Stephen et al. показали, що зміщення великогомілкової кістки допереду і зовнішня ротаційна нестабільність гомілки нормалізувалися після відновлення меніскокапсулярного ураження із супутньою реконструкцією ПХЗ [6]. DePhillipo et al. виявили, що передня нестабільність великогомілкової кістки покращилася після ізольованої реконструкції ПХЗ, тоді як внутрішня/зовнішня ротаційна нестабільність і симптом Pivot-shift були покращені лише після відновлення меніскокапсулярних і меніскотибіальних уражень [4]. Під час досліджень ПХЗ інтактних колінних суглобів помітно збільшувалось напруження при 30–90° згинанні гомілки в задньомедіальному меніскокапсулярному відділі [5]. У цілому біомеханічні дослідження свідчать про те, що нерозпізнані й неліковані ураження рампи меніска можуть призвести до сагітальної та ротаційної нестабільності, тим самим зашкоджуючи трансплантату після реконструкції ПХЗ.

Класифікація пошкоджень рампи меніска

Thaunat et al. запропонували систему класифікації пошкоджень рампи [14]. Ця система описує п'ять типів пошкоджень задньої меніскокапсулярної ділянки.

Перший тип розриву меніскокапсулярного відділу дуже периферичний і розташований у синовіальній оболонці.

Розриви другого типу є частковими поверхневими пошкодженнями і вважаються стабільними з інтактними меніскотибіальними зв'язками.

Розриви третього типу є частковими розривами нижньої поверхні, їх важко візуалізувати, але підозрюють, що можлива помітна рухливість меніска внаслідок розриву меніскотибіальної зв'язки.

Розриви четвертого типу — це повні поздовжні розриви в червоно-червоній зоні у результаті розриву меніскотибіальних зв'язок.

П'ятий тип включає подвійний поздовжній розрив червоно-червоної зони з асоційованим меніскотибіальним розривом [14].

Діагностика

На сьогодні жодні дослідження не оцінювали чутливість і специфічність результатів фізикального обстеження для ураження рампи меніска. Симптоми пошкодження меніска при фізичному огляді, такі як болючість при пальпації по задньомедіальній лінії суглоба, тест Мак-Мюррея і тест Тессалі, також можуть бути позитивними, але їх чутливість і специфічність щодо уражень рампи не були оцінені у високоякісних дослідженнях [19]. Пацієнти з розривом ПХЗ при додатковому ураженні рампи мають більше виражений симптом Pivot-shift [20]. Ступінь передньої нестабільності великогомілкової кістки, яка визначається тестом Лахмана і тестом передньої висувної шухляди, не корелює зі ступенем ураження рампи меніска [20].

Хоча МРТ має відносно високу чутливість (від 89 до 93 %) і специфічність (від 81 до 88 %) у діагностиці розривів медіального меніска, ураження рампи складніше діагностуються на МРТ [21]. У нещодавньому метааналізі дев'яти досліджень МРТ мала чутливість 71 % і специфічність 94 % щодо діагностики ураження рампи [21]. Чутливість МРТ-діагностики уражень зросла до 84 %, коли були присутні такі фактори: 1) нейтральна позиція коліна при згинанні під кутом 30°; 2) використання апарата МРТ 3,0 тесла; 3) інтерпретація результатів лікарем-рентгенологом, який спеціалізується на діагностиці захворювань опорно-рухового апарату [21]. Висновки МРТ, що свідчать про ураження рампи: 1) поздовжній інтенсивний медіолатеральний вертикальний і/або косий сигнал Т2 між червоно-червоною зоною заднього рога медіального меніска та задньомедіальної капсули, що досягає верхньої, нижньої або обох суглобових поверхонь; 2) нерівність сигналу уздовж заднього краю медіального меніска, що свідчить про вогнищевий розрив або ступінчасту деформацію контуру заднього рога на периферії за участю меніскокапсулярних з'єднань; 3) інтенсивність сигналу перименіскової рідини в межах заднемедіального відділу рога [22]. У ретроспективному дослідженні Nguyen et al. оцінили 85 дітей, які перенесли реконструкцію ПХЗ, і у 35 з них інтраопераційно було виявлено ураження рампи [23]. У пацієнтів з ураженням рампи помітно частіше виявлялись МРТ-ознаки змін у периферичних відділах менісків, перехідний Т2-зважений сигнал, розрив капсульної зв'язки і розрив медіального меніска [23]. У спробі покращити діагностичні критерії шляхом співвіднесення радіологічних даних з артроскопічною діагностикою Greenaway et al. [24] показали, що дифузне підвищення сигналу поблизу задньомедіального меніскокапсулярного з'єднання на додаток до повношарової лінійної рідинно-сигнальної щілини на всю товщину були найточнішим критерієм діагностики. Загалом якщо на МРТ присутні ознаки розриву рампи, ПХЗ, як правило, також пошкоджена, тоді як інтактна ПХЗ свідчить про відсутність ураження рампи [22].

Інші, більш тонкі результати МРТ також асоційовані з рамповими ураженнями. Пацієнти з набряком на задньомедіальному плато великогомілкової кістки мають у 2,1 раза більшу ймовірність ураження рампи порівняно з пацієнтами з розривом тіла меніска [25].

Рисунок 1. Сагітальна Т2-зважена МРТ правого коліна показує високий рідинний сигнал з нерівномірністю на задній частині заднього рога медіального меніска, що вказує на меніскокапсулярний розрив (рампове ураження) (червона стрілка). Також наявна гематома задньомедіального відділу великогомілкової кістки (біла стрілка)

У 72 % пацієнтів з ураженням рампи меніска присутній кістковий набряк у задньомедіальному відділі великогомілкової кістки (рис. 1). Вивчаючи МРТ, Kim et al. [27] описали ознаку «відкритого медіального меніска», яка є позитивною, якщо вертикальна лінія, проведена по дотичній до задньої сторони медіального великогомілкового плато, перетинає будь-яку частину меніска при колінному суглобі, зігнутому під кутом від 0 до 10º.

Незважаючи на те, що МРТ може вказувати на наявність ураження рампи меніска, золотим стандартом для діагностики є артроскопія. Враховуючи значну поширеність цих ушкоджень на фоні розриву ПХЗ, оперуючий хірург повинен підозрювати дане ураження під час операції. Під час стандартної діагностичної артроскопії через передньомедіальний доступ можна використовувати зонд, щоб визначити розрив і оцінити, чи є розрив нестабільним у суглобі. Щоб візуалізувати ці пошкодження за допомогою артроскопа, хірург повинен мати адекватний огляд задньомедіального відділу меніска поблизу меніскокапсулярного з'єднання. Декілька досліджень виявили, що візуалізація цих пошкоджень є важкою під час стандартної діагностичної артроскопії за допомогою 30° артроскопа з передньобокового доступу без візуалізації через міжвиросткову ямку (modified Gillquist view) [28, 29]. Можуть бути використані як 30°, так і 70° артроскопи під час огляду через міжвиросткову ямку, хоча ми віддаємо перевагу використанню 70° артроскопа через кращий огляд усього заднього рога (рис. 2 і 3А). Деякі автори запропонували використовувати додатковий задньомедіальний доступ для безпосереднього огляду цих пошкоджень [28]. Одне дослідження показало, що з 50 уражень меніска, діагностованих під час артроскопії, 29 (58 %) були діагностовані за допомогою введення артроскопа через передньолатеральний доступ, проведення через міжвиросткову ямку між задньою хрестоподібною зв'язкою і медіальним виростком стегна. Двадцять одне пошкодження (42 %) було діагностовано через задньомедіальний доступ [28]. Використання 70° артроскопа під час задньомедіального огляду через міжвиросткову ямку покращило точність діагностики уражень рампи меніска порівняно з використанням 30° артроскопа і скасувало потребу в задньомедіальному оглядовому доступі для діагностики [29].

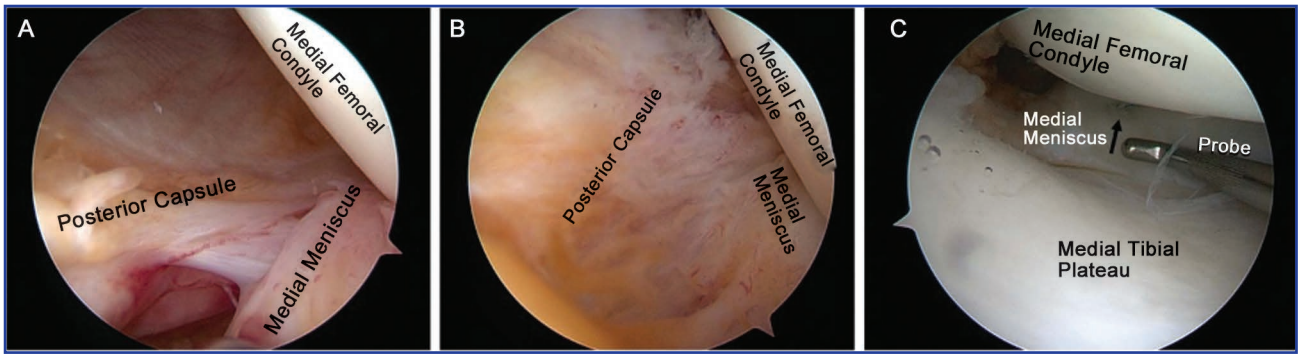


Рисунок 2: А) артроскопічне зображення, на якому показано ураження рампи медіального меніска правого колінного суглоба на фоні пошкодження ПХЗ, що оглядається за допомогою 30° артроскопа через міжвиросткову ямку (modified Gillquist view); В) артроскопічне зображення демонструє через міжвиросткову ямку (modified Gillquist view) за допомогою 30° артроскопа відновлення технікою all-inside ураження рампи медіального меніска правого колінного суглоба за допомогою Arthrex FiberStitch all-inside (Arthrex, Naples, FL) через передньомедіальний доступ; С) артроскопічне зображення за допомогою 30° артроскопа через передньолатеральний доступ із введеним зонда через передньомедіальний доступ, що демонструє повне відновлення технікою all-inside Arthrex FiberStitch (чорна стрілка) (Arthrex, Naples FL) медіального меніска

Лікування

У літературі подані різноманітні варіанти лікування пошкоджень рампи меніска, включно зі швом меніска, місцевою стимуляцією репарації, також описані випадки відмови від хірургічного лікування. Вибираючи відновлення меніска, а не консервативне (нехірургічне) лікування, хірург повинен враховувати кілька факторів, включно з довжиною розриву, глибиною розриву (тобто повну товщину проти часткової) і стабільність під час зондування. Існує недостатньо доказової інформації щодо показань до різних підходів лікування пошкоджень рампи меніска. Питання, які слід враховувати, розглядаючи різні варіанти лікування, включають такі: яка глибина і довжина розриву вважаються клінічно значимими і як визначається нестабільність меніска? Незважаючи на ці обмеження, резекція меніска не має сенсу, оскільки ці розриви виникають на периферії меніска і резекція призведе до видалення всього заднього рога меніска.

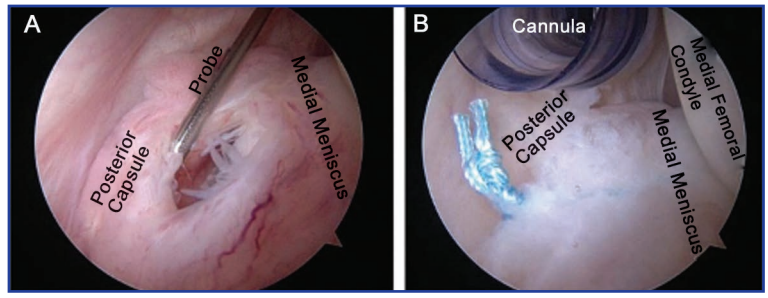


Рисунок 3: А) артроскопічне зображення, де показано ураження медіального меніска правого колінного суглоба на фоні пошкодження ПХЗ за допомогою 70° артроскопа через міжвиросткову ямку (modified Gillquist view) із зондом, введеним через задньомедіальний доступ; В) артроскопічне зображення за допомогою 70° артроскопа через міжвиросткову ямку (modified Gillquist view) показує відновлення технікою all-inside ураження рампи медіального меніска правого колінного суглоба через канюлю в задньомедіальному доступі. Передня хрестоподібна зв'язка

З хірургічної точки зору доступні варіанти включають абразію та трепанацію меніска, щоб викликати локальну кровотечу й стимулювати фіброваскулярну реакцію загоєння проти відновлення за допомогою швів або анкерів, як це робиться для інших розривів меніска, які можна відновити. Найпоширенішими методами відновлення є методи inside-out і all-inside [30–33]. Фіксація inside-out може бути технічно більш складною, вона вимагає асистента та додаткового доступу 2–3 см для проведення шовних голок і зав'язування вузлів. Цей метод також пов'язаний з підвищеним ризиком ураження нервово-судинних структур (підшкірного нерва) навколо коліна, які можна пошкодити під час проведення голок і зав'язування вузлів. Незважаючи на ці недоліки, техніка inside-out забезпечує найміцніше відновлення, дозволяючи накладати кілька вертикально орієнтованих надмічних швів, які зав'язуються на периферійному відділі меніска й капсулі [33]. Використання вертикально орієнтованих швів дозволяє захопити поздовжньо орієнтовані колагенові волокна як на верхній, так і на нижній поверхні меніска, що підвищує міцність фіксації. Виконати техніку inside-out неможливо, оскільки пошкодження рампи важко візуалізувати з передніх артроскопічних доступів. Техніка pie-crusting медіальної колатеральної зв'язки може покращити візуалізацію розривів рампи.

Техніка all-inside передбачає використання лігатур або анкерів для відновлення розриву без проходження їх за межі колінного суглоба. Техніка all-inside зазвичай виконується для стандартних розривів меніска, які можна відновити, і вона має низку переваг перед технікою inside-out. Дана методика технічно простіша у виконанні, не потребує асистента, пов'язана з меншим ризиком нервово-судинних уражень і не потребує додаткових доступів. Також дана техніка дорожча, ніж inside-out, може зміщуватись і в подальшому призводить до утворення вільного тіла або спричиняє пошкодження суглобового хряща через неправильне розміщення анкерів. Описано застосування техніки all-inside з передньомедіального, задньомедіального і транссептального доступів із застосуванням вигнутого шовного провідника та пристроїв для техніки all-inside [34] (рис. 2B, 3B і 3C). Накладення шва через задньомедіальний доступ під час огляду через міжвиросткову ямку за допомогою 70° артроскопа може бути виконано аналогічно відновленню губи або ротаторної манжети плеча. Високоміцні нерозсмоктувані нитки 2-0 накладаються через розрив і зав'язуються артроскопічно. Таким чином можна накласти один або кілька швів залежно від довжини розриву. Нам не траплялося жодних повідомлень про пошкодження суглобового хряща внаслідок застосування техніки all-inside.

Нещодавнє анкетне дослідження American Orthopaedic Society for Sports Medicine показало, що ступінь розриву (на часткову або повну товщину) і ступінь нестабільності при артроскопічному дослідженні зондом були основними визначальними факторами для оцінки необхідності відновлення пошкодженої рампи меніска [35]. Інші фактори, які враховувалися меншою мірою, включали розмір розриву (> 2,5 см) і/або залучення меніскотибіальних зв'язок [35]. У цьому самому дослідженні оцінювалися найбільш поширені методи, що використовуються хірургами, і більшість хірургів (67 %), які відповідали, використовували техніку all-inside [35]. Це дослідження ілюструє обмежену кількість інформації в сучасній літературі щодо лікування уражень рампи меніска, оскільки рекомендації за чи проти відновлення ґрунтувались більше на думці експертів (рівень доказовості V), а не на якісних клінічних дослідженнях. У подальшому потрібні проспективні

рандомізовані дослідження й інші більш надійні клінічні дослідження, щоб допомогти хірургам вирішити, які пошкодження вимагають відновлення, і визначити оптимальний метод їх відновлення.

Реабілітація

На даний момент жодне дослідження не порівнювало результати застосування різноманітних реабілітаційних протоколів після відновлення пошкодження рампи меніска. Протокол реабілітації часто диктується супутніми процедурами і залежить від упередженості й досвіду хірурга. Одне дослідження керівників програми Sports Medicine fellowship показало, що найпоширенішим протоколом післяопераційної реабілітації після відновлення уражень рампи меніска в поєднанні з пластикою ПХЗ було дозоване навантаження кінцівки з використанням милиць протягом 2–4 тижнів з можливістю повернення до повної активності через 7–8 місяців після операції [35]. Sonnery-Cottet et al. [36] рекомендували обмежити згинання до 90° протягом перших 6 тижнів після відновлення рампи меніска в поєднанні з пластикою ПХЗ, оскільки, як вони відзначають, гіперфлексія в колінному суглобі призводить до зміщення допереду великогомілкової кістки, що може спричинити розтягнення в місці реконструкції ПХЗ. Отже, наявна обмежена інформація свідчить про те, що протокол реабілітації після відновлення пошкодження рампи є аналогічним протоколу стандартного відновлення меніска щодо початкових обмежень навантаження та об'єму рухів у колінному суглобі. Час повернення до повної активності залежить більше від одномоментних процедур, таких як пластика ПХЗ або відновлення/реконструкція суглобового хряща. Знову ж таки, ці думки ґрунтуються в основному на експертних висновках, а не на проспективних чи ретроспективних серіях випадків чи клінічних випробуваннях. Необхідні подальші дослідження в цій галузі для прийняття більш обґрунтованих рішень щодо післяопераційної реабілітації після відновлення рампи меніска.

Результати

Літературні дані щодо клінічних результатів після відновлення пошкодження рампи меніска є недостатніми. У трьох дослідженнях оцінювали результати після консервативного лікування уражень рампи меніска в поєднанні з пластикою ПХЗ [31, 37, 38]. Balazs et al. [37] ретроспективно оцінювали результати без лікування ураження меніска 32 пацієнтів, які перенесли реконструкцію ПХЗ з ураженням рампи меніска, і не виявили суттєвої різниці клінічних результатів або частоти повторних ревізійних втручань порівняно з пацієнтами без ураження меніска з медіаною дворічного спостереження. У рандомізованому проспективному дослідженні за участі 73 пацієнтів із одночасною пластикою ПХЗ і пошкодженням рампи меніска проводили відновлення за допомогою техніки all-inside або абразії та трепанації меніска. Обидві групи продемонстрували покращені результати без відмінностей у суб'єктивних чи об'єктивних показниках і без ознак нестабільності колінного суглоба на основі тестів Лахмана, Pivot-shif і KT-1000 [32]. У ретроспективному дослідженні оцінювали 68 пацієнтів з ураженням рампи меніска з пластикою ПХЗ, які були проліковані за допомогою техніки all-inside або артроскопічного відновлення пошкодження меніска. Автори виявили покращення клінічних результатів в обох групах порівняно з передопераційними результатами без різниці в клінічних результатах між групами під час дворічного спостереження [38]. Найважливішою ознакою, яка використовувалась для визначення стабільності в цих дослідженнях, була відсутність надмірного переднього зсуву заднього рога при артроскопічному дослідженні зондом. На жаль, ступінь зсуву меніска важко оцінити кількісно, тому він залежить від суб'єктивної оцінки.

Декілька досліджень оцінювали відновлення ураження рампи меніска. У систематичному огляді восьми досліджень оцінювали 855 пацієнтів після хірургічного відновлення ураження рампи меніска в поєднанні з пластикою ПХЗ [34]. У цих дослідженнях використовувалася техніка all-inside із застосуванням лігатур або анкерів [34]. У цьому дослідженні було визначено значне покращення післяопераційних результатів, незалежно від техніки відновлення [34]. П'ять із восьми включених досліджень були серією випадків [35]. DePhillipo et al. ретроспективно порівняли 50 пацієнтів, які перенесли inside-out техніку відновлення пошкоджень рампи меніска в поєднанні з пластикою ПХЗ, з когортою з 50 пацієнтів, які перенесли ізольовану реконструкцію ПХЗ [39]. Стабільність визначали дослідженням меніска зондом, а також визначали ступінь ураження (часткове або повне) [39]. Не було виявлено жодної різниці в результатах, повідомлених пацієнтами, різниці в стабільності колінного суглоба, оціненої за допомогою тестів Лахмана і Pivot-shift, повернення до спорту або ускладнень/невдалих маніпуляцій між групами при мінімум дворічному спостереженні [39].

Визначення відновлення уражень рампи меніска на основі МРТ показало суперечливі результати [31]. У рандомізованому проспективному дослідженні, у якому порівнювали техніку all-inside з абразією та трепанацією меніска, післяопераційна МРТ не показала суттєвої різниці в швидкості загоєння меніска між двома групами протягом мінімум дворічного спостереження [31]. Hatayama et al. [40] виявили, що швидкість загоєння ураження рампи меніска за даними МРТ була значно вищою в пацієнтів, яким було проведено відновлення за допомогою all-inside техніки з використанням анкерів для стабільних і нестабільних розривів (100 %) порівняно з відсутністю лікування стабільних розривів (60 %) у поєднанні з реконструкцією ПХЗ. Крім того, вони відзначили, що пацієнти з невідновленим ушкодженням рампи меніска мали значно більшу передню нестабільність

(3,2 ± 1,1 мм) порівняно з пацієнтами з відновленим ураженням (1,9 ± 1,6 мм) за даними рентгенографії з навантаженням.

Висновки

Ураження менісків є поширеним ушкодженням на фоні розриву ПХЗ із частотою випадків від 9 до 42 % у пацієнтів із пошкодженням ПХЗ. Тому хірурги повинні підозрювати дані ураження меніска. Результати МРТ (посилення сигналу біля заднього меніскокапсулярного з'єднання і/або набряку заднього медіального плато великогомілкової кістки) можуть діагностувати ураження рампи з відносно високою чутливістю й специфічністю в умовах пошкодження ПХЗ перед хірургічним втручанням. Діагноз повинен бути підтверджений інтраопераційно за допомогою артроскопічного зондування і/або візуалізації задньомедіального відділу 70° артроскопом через міжвиросткову ямку в усіх пацієнтів. Необхідно ретельно оцінити розмір, характер і стабільність ураження, хоча рекомендації для лікування на основі цих параметрів обмежені. Якщо меніск нестабільний, потрібно розглянути можливість відновлення за допомогою технік inside-out і all-inside. Абразія та трепанація меніска можуть бути розглянуті для стабільних уражень рампи меніска. Незважаючи на відсутність високоякісних рекомендацій, заснованих на доказах, відновлення стабільних і нестабільних уражень рампи меніска пов'язане з добрими клінічними результатами незалежно від ступеня нестабільності. Подальші проспективні дослідження високого рівня, які оцінюють діагностику, лікування й реабілітацію пацієнтів з ураженнями рампи меніска, необхідні для оптимізації лікування хворих з травмою рампи меніска.

Конфлікт інтересів. Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів і власної фінансової зацікавленості при підготовці даної статті.

Список літератури

1. Qalib Y.O. et al. Ramp lesion of the medial meniscus. EFFORT Open Reviews. 2021. 6. 372-379. DOI: 10.1302/2058-5241.6.200126.

2. Strobel M.J. Knee Joint — Special Part. Manual of Arthroscopic Surgery. Berlin, Heidelberg: Springer, 2002. P. 97-669.

3. DePhillipo N.N., Moatshe G., Chahla J. et al. Quantitative and qualitative assessment of the posterior medial meniscus anatomy: Defining meniscal ramp lesions. Am. J. Sports Med. 2019. 47. 372-378. DOI: 10.1177/0363546518814258.

4. DePhillipo N.N., Moatshe G., Brady A. et al. Effect of meniscocapsular and meniscotibial lesions in ACL-deficient and ACL-reconstructed knees: A biomechanical study. Am. J. Sports Med. 2018. 46. 2422-2431. DOI: 10.1177/0363546518774315.

5. Edgar C., Kumar N., Ware J.K. et al. Incidence of posteromedial meniscocapsular separation and the biomechanical implications on the anterior cruciate ligament. J. Am. Acad. Orthop. Surg. 2019. 27. e184-e192. DOI: 10.5435/jaaos-d-17-00327.

6. Stephen J.M., Halewood C., Kittl C., Bollen S.R., Williams A., Amis A.A. Posteromedial meniscocapsular lesions increase tibiofemoral joint laxity with anterior cruciate ligament deficiency, and their repair reduces laxity. Am. J. Sports Med. 2016. 44. 400-408. DOI: 10.1177/0363546515617454.

7. Balazs G.C., Greditzer H.G., Wang D. et al. Ramp lesions of the medial meniscus in patients undergoing primary and revision ACL reconstruction: Prevalence and risk factors. Orthop. J. Sports Med. 2019. 7(5). 2325967119843509. DOI: 10.1177/2325967119843509.

8. Kunze K.N. et al. Risk Factors for Ramp Lesions of the Medial Meniscus. The American Journal of Sports Medicine. 2021 Nov. 49(13). 3749-3757. DOI: 10.1177/0363546520986817.

9. Sonnery-Cottet B., Praz C., Rosenstiel N. et al. Epidemiological evaluation of meniscal ramp lesions in 3214 anterior cruciate ligament-injured knees from the SANTI study group database: A risk factor Analysis and study of secondary meniscectomy rates following 769 ramp repairs. Am. J. Sports Med. 2018. 46. 3189-3197. DOI: 10.1177/0363546518800717.

10. Mouton C., Magosch A., Pape D. et al. Ramp lesions of the medial meniscus are associated with a higher grade of dynamic rotatory laxity in ACL-injured patients in comparison to patients with an isolated injury. Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc. 2020 Apr. 28(4). 1023-1028. DOI: 10.1007/s00167-019-05579-z.

11. Allen C.R., Wong E.K., Livesay G.A., Sakane M., Fu F.H., Woo S.L. Importance of the medial meniscus in the anterior cruciate ligament-deficient knee. J. Orthop. Res. 2000. 18. 109-115. DOI: 10.1002/jor.1100180116.

12. Arnoczky S.P., Warren R.F. Microvasculature of the human meniscus. Am. J. Sports Med. 1982. 10. 90-95. DOI: 10.1177/036354658201000205.

13. LaPrade R.F., Arendt E.A., Getgood A., Faucett S.C. The Menisci: A Comprehensive Review of Their Anatomy, Biomechanical Function and Surgical Treatment. Berlin: Springer, 2017. DOI: 10.1007/978-3-662-53792-3.

14. Thaunat M., Fayard J.M., Guimaraes T.M., Jan N., Murphy C.G., Sonnery-Cottet B. Classification and surgical repair of ramp lesions of the medial meniscus. Arthrosc. Tech. 2016. 5. e871-e875. DOI: 10.1016/j.eats.2016.04.009.

15. Hetsroni I., Lillemoe K., Marx R.G. Small medial meniscocapsular separations: A potential cause of chronic medial-side knee pain. Arthroscopy. 2011. 27. 1536-1542. DOI: 10.1016/j.arthro.2011.06.025.

16. Mansori A.E., Lording T., Schneider A., Dumas R., Servien E., Lustig S. Incidence and patterns of meniscal tears accompanying the anterior cruciate ligament injury: Possible local and generalized risk factors. Int. Orthop. 2018. 42. 2113-2121. DOI: 10.1007/s00264-018-3992-x.

17. Kim S.H., Seo H.J., Seo D.W., Kim K.I., Lee S.H. Analysis of risk factors for ramp lesions associated with anterior cruciate ligament injury. Am. J. Sports Med. 2020. 48. 1673-1681. DOI: 10.1177/0363546520918207.

18. Song G.Y., Liu X., Zhang H. et al. Increased medial meniscal slope is associated with greater risk of ramp lesion in noncontact anterior cruciate ligament injury. Am. J. Sports Med. 2016. 44. 2039-2046. DOI: 10.1177/0363546516640516.

19. Bronstein R.D., Schaffer J.C. Physical examination of the knee: Meniscus, cartilage, and patellofemoral conditions.

J. Am. Acad. Orthop. Surg. 2017. 25. 365-374. DOI: 10.5435/jaaos-d-15-00464.

20. Peltier A., Lording T., Maubisson L., Ballis R., Neyret P., Lustig S. The role of the meniscotibial ligament in posteromedial rotational knee stability. Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc. 2015. 23. 2967-2973. DOI: 10.1007/s00167-015-3751-0.

21. Greif D.N., Baraga M.G., Rizzo M.G. et al. MRI appearance of the different meniscal ramp lesion types, with clinical and arthroscopic correlation. Skeletal Radiol. 2020. 49. 677-689. DOI: 10.1007/s00256-020-03381-4.

22. Koo B., Lee S.H., Yun S.J., Song J.G. Diagnostic performance of magnetic resonance imaging for detecting meniscal ramp lesions in patients with anterior cruciate ligament tears: A systematic review and meta-analysis. Am. J. Sports Med. 2020. 48. 2051-2059. DOI: 10.1177/0363546519880528.

23. Nguyen J.C., Bram J.T., Lawrence J.T.R. et al. MRI criteria for ramp lesions of the knee in children with anterior cruciate ligament tears. Am. J. Roentgenol. 2020. 216. 791-798. DOI: 10.2214/AJR.20.23389.

24. Greenaway M., Walton E., Gibson D. et al. Meniscal "ramp" lesions: Surgical incidence and the development of magnetic resonance imaging diagnostic criteria. Arthrosc. Sports Med. Rehabil. 2020. 2. e309-e314. DOI: 10.1016/j.asmr.2020.03.003.

25. Kumar N., Spencer T., Hochman E. et al. Is edema at the posterior medial tibial plateau indicative of ramp lesion? An examination of 852 patients with anterior cruciate ligament reconstruction. Orthop. J. Sports Med. 2018 Jun 28. 6(6). 2325967118780089. DOI: 10.1177/2325967118780089.

26. DePhillipo N.N., Cinque M.E., Chahla J., Geeslin A.G., Engebretsen L., LaPrade R.F. Incidence and detection of meniscal ramp lesions on magnetic resonance imaging in patients with anterior cruciate ligament reconstruction. Am. J. Sports Med. 2017. 45. 2233-2237. DOI: 10.1177/0363546517704426.

27. Kim Y., Ahn J.M., Kang Y., Lee E., Lee J.W., Kang H.S. Uncovered medial meniscus sign on knee MRI: Evidence of lost brake stop mechanism of the posterior horn medial meniscus. Am. J. Roentgenol. 2018. 211. 1313-1318. DOI: 10.2214/ajr.18.19611.

28. Sonnery-Cottet B., Conteduca J., Thaunat M., Gunepin F.X., Seil R. Hidden lesions of the posterior horn of the medial meniscus: A systematic arthroscopic exploration of the concealed portion of the knee. Am. J. Sports Med. 2014. 42. 921-926.

29. Kim S.H., Lee S.H., Kim K.I., Yang J.W. Diagnostic accuracy of sequential arthroscopic approach for ramp lesions of the posterior horn of the medial meniscus in anterior cruciate ligament-deficient knee. Arthroscopy. 2018. 34. 1582-1589. DOI: 10.1177/0363546514522394.

30. Chen Z., Li W.P., Yang R. et al. Meniscal ramp lesion repair using the FasT-fix technique: Evaluating healing and patient outcomes with second-look arthroscopy. J. Knee Surg. 2018. 31. 710-715. DOI: 10.1055/s-0037-1606378.

31. Liu X., Zhang H., Feng H., Hong L., Wang X.S., Song G.Y. Is it necessary to repair stable ramp lesions of the medial meniscus during anterior cruciate ligament reconstruction? A prospective randomized controlled trial. Am. J. Sports Med. 2017. 45. 1004-1011. DOI: 10.1177/0363546516682493.

32. Li W.P., Chen Z., Song B., Yang R., Tan W. The FasT-fix repair technique for ramp lesion of the medial meniscus. Knee Surg. Relat. Res. 2015. 27. 56-60. DOI: 10.5792/ksrr.2015.27.1.56.

33. DePhillipo N.N., Cinque M.E., Kennedy N.I. et al. Inside-out repair of meniscal ramp lesions. Arthrosc. Tech. 2017. 6. e1315-e1320. DOI: 10.1016/j.eats.2017.05.011.

34. Bumberger A., Koller U., Hofbauer M. et al. Ramp lesions are frequently missed in ACL-deficient knees and should be repaired in case of instability. Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc. 2020. 28. 840-854. DOI: 10.1007/s00167-019-05521-3.

35. DePhillipo N.N., Engebretsen L., LaPrade R.F. Current trends among US surgeons in the identification, treatment, and time of repair for medial meniscal ramp lesions at the time of ACL surgery. Orthop. J. Sports Med. 2019. 7. 2325967119827267. DOI: 10.1177/2325967119827267.

36. Sonnery-Cottet B., Serra Cruz R., Vieira T.D., Goes R.A., Saithna A. Ramp lesions: An unrecognized posteromedial instability? Clin. Sports Med. 2020. 39. 69-81. DOI: 10.1016/j.csm.2019.08.010.

37. Balazs G.C., Greditzer H.G. IV, Wang D. et al. Nontreatment of stable ramp lesions does not degrade clinical outcomes in the setting of primary ACL reconstruction. Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc. 2020. 28. 3576-3586. DOI: 10.1007/s00167-020-06017-1.

38. Yang J., Guan K., Wang J.Z. Clinical study on the arthroscopic refreshing treatment of anterior cruciate ligament injury combined with stable medial meniscus ramp injury. J. Musculoskelet. Neuronal Interact. 2017. 17. 108-113. PMID: 28574418.

39. DePhillipo N.N., Dornan G.J., Dekker T.J., Aman Z.S., Engebretsen L., LaPrade R.F. Clinical characteristics and outcomes after primary ACL reconstruction and meniscus ramp repair. Orthop. J. Sports Med. 2020. 8. 2325967120912427. DOI: 10.1177/2325967120912427.

40. Hatayama K., Terauchi M., Saito K., Takase R., Higuchi H. Healing status of meniscal ramp lesion affects anterior knee stability after ACL reconstruction. Orthop. J. Sports Med. 2020. 8. 2325967120917674. DOI: 10.1177/2325967120917674.

Отримано/Received 11.01.2023
Рецензовано/Revised 18.01.2023
Прийнято до друку/Accepted 25.01.2023

Information about authors

Igor Zazirnyi, MD, PhD, Head of the Centre of Orthopaedics, Traumatology and Sport Medicine, Clinical Hospital "Feofaniya" of the Agency of State Affairs, Academic Zabolotny st., 21, Kyiv, 03143, Ukraine, e-mail: zazirny@ukr.net; https://orcid.org/0000-0001-7890-1499

Vladlen Savych, Resident Doctor of Orthopedic and Traumatology, Centre of Orthopaedics, Traumatology and Sport Medicine, Clinical Hospital "Feofaniya" of the Agency of State Affairs, Academic Zabolotny st., 21, Kyiv, 03143, Ukraine; e-mail: vladlen.savich96@gmail.com; https://orcid.org/0000-0003-4482-5664

Yevhenii Levytskyi, Assistant of the Department of Traumatology and Orthopedics, Bogomolets National Medical University, T. Shevchenko boulevard, 13, Kyiv, 01601, Ukraine; e-mail: lev.evgen21@gmail.com; https://orcid.org/0000-0002-9076-9985

Conflicts of interests. Authors declare the absence of any conflicts of interests and own financial interest that might be construed to influence the results or interpretation of the manuscript.

I.M. Zazirnyi[1], V.V. Savych[1], Ye.A. Levytskyi[1, 2]
[1]Centre of Orthopaedics, Traumatology and Sport Medicine, Clinical Hospital "Feofaniya" of the Agency of State Affairs, Kyiv, Ukraine
[2]Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine

Injuries of the meniscocapsular junction of the posterior horn of the medial meniscus (meniscal ramp lesion)

Abstract. Injuries of the meniscocapsular junction of the posterior horn of the medial meniscus are often found in combination with damage to the anterior cruciate ligament. Their prevalence ranges from 9 to 42 %. In the English-language literature, this damage is called ramp lesions. Anatomically, ramp lesions include damage to the posterior meniscocapsular junction and meniscotibial ligaments. Biomechanically, this is associated with an increase in the forward displacement of the tibia and its internal and external rotation due to a damage to the anterior cruciate ligament. Magnetic resonance imaging is useful for evaluating the meniscocapsular junction. Irregularity or increased signal near the posterior meniscocapsular junction and/or a change in signal indicating swelling of the posterior medial tibial plateau may point to the presence of these lesions preoperatively. The current standard for diagnosing them is arthroscopic visualization of the posteromedial meniscocapsular junction, which is visible through the intercondylar fossa. Once a ramp lesion is identified, stability should be assessed with an arthroscopic probe to determine the degree of anterior meniscal displacement. The optimal type of treatment is debated in the literature, especially for stable lesions. Operative treatment is indicated for lesions that are unstable on probing. A small number of publications about the treatment of patients with the meniscal ramp lesion are available in the literature.
Keywords: medial meniscus; posterior horn; meniscocapsular junction; ramp lesion

УДК 616.727.2-002.18-0.8 *DOI: https://doi.org/10.22141/1608-1706.1.24.2023.932*

Страфун С.С.[1], Богдан С.В.[1], Юрійчук Л.М.[2], Страфун О.С.[1]
[1]ДУ «Інститут травматології та ортопедії НАМН України», м. Київ, Україна
[2]Івано-Франківська обласна клінічна лікарня, м. Івано-Франківськ, Україна

Консервативне лікування хворих із вторинним адгезивним капсулітом плечового суглоба

Резюме. ***Актуальність.*** *Вторинний адгезивний капсуліт аналогічно до ідіопатичного адгезивного капсуліту супроводжується потовщенням та втратою еластичності капсули плечового суглоба. Тактика консервативного лікування вторинного адгезивного капсуліту, пов'язаного з м'якотканинною патологією плечового суглоба, наслідками тривалої іммобілізації або оперативних втручань, досі лишається дискутабельною. Виконання дистензійних внутрішньосуглобових ін'єкцій за аналогією до ідіопатичного адгезивного капсуліту часто нехтується лікарем з тих чи інших причин.* ***Мета дослідження:*** *порівняти результати консервативного лікування хворих із вторинним адгезивним капсулітом, яким виконувалися дистензійні внутрішньосуглобові ін'єкції під час лікування та яким ця процедура не проводилася.* ***Матеріали та методи.*** *З 2015 по 2021 рік на базі клініки реконструктивно-відновної хірургії верхньої кінцівки Державної установи «Інститут травматології та ортопедії НАМН України» (м. Київ) та Івано-Франківської обласної клінічної лікарні нами проведено консервативне лікування 825 хворих із різноманітною м'якотканинною патологією плечового суглоба, ускладненою вторинним адгезивним капсулітом. Усіх хворих було розділено на 2 групи (група 1 — консервативне лікування без дистензійних внутрішньосуглобових ін'єкцій, група 2 — з дистензійними ін'єкціями). У своєму дослідженні ми проводили оцінку функції плечового суглоба за шкалою Constant Shoulder Score і ВАШ до початку та через 3 і 6 міс. після початку лікування.* ***Результати.*** *Через 3 міс. після початку лікування пацієнти групи 1 мали гірші середні функціональні результати, ніж пацієнти групи 2, за шкалою Constant Shoulder Score (p = 0,134) та ВАШ (p = 0,24). Через 6 міс. після початку лікування пацієнти групи 1 мали суттєво гірші результати, ніж пацієнти групи 2, за шкалою Constant Shoulder Score (p = 0,034) та ВАШ (p = 0,06).* ***Висновки.*** *Консервативне лікування хворих із вторинним адгезивним капсулітом плечового суглоба повинно бути комплексним, диференційованим та включати як ЛФК, масаж, фізіотерапевтичне лікування, так і дистензійні внутрішньосуглобові ін'єкції з пролонгованими глюкокортикоїдами.*

Ключові слова: *адгезивний капсуліт; плечовий суглоб; дистензійна ін'єкція; контрактура*

Вступ

Контрактурою будь-якого суглоба ми вважаємо повну або часткову втрату об'єму пасивних рухів в одній або кількох площинах [1–3]. Практично всі травми та захворювання плечового суглоба (ПС) супроводжуються обмеженням як активних, так і пасивних рухів — контрактурою ПС [1, 3, 6, 19]. Контрактура ПС може бути різного ступеня вираженості, залежно від патології ПС.

Часто післятравматична контрактура ПС супроводжується змінами капсули ПС, тому в англомовній літературі ми зустрічаємо такі поняття, як вторинний адгезивний капсуліт та післятравматичний стресовий синдром ПС [3, 6, 7]. Наші західні колеги намагаються цим терміном вказати на зміни в капсулі ПС як основну причину обмеження рухів в ньому. Хоча, на нашу думку, цей термін є недостатньо коректним.

Вторинний адгезивний капсуліт ПС аналогічно до ідіопатичного адгезивного капсуліту супроводжується потовщенням та втратою еластичності капсули ПС [4, 5, 7]. Важливою відмінністю вторинного адгезивного капсуліту від ідіопатичного є чітке розуміння при-

© «Травма» / «Trauma» («Travma»), 2023
© Видавець Заславський О.Ю. / Publisher Zaslavsky O.Yu., 2023

Для кореспонденції: Богдан Сергій Володимирович, кандидат медичних наук, лікар ортопед-травматолог, ДУ «Інститут травматології та ортопедії НАМН України», вул. Бульварно-Кудрявська, 27, м. Київ, 01601, Україна; e-mail: www.sergey-mena@ukr.net; тел.: +380 (67) 901 04 06
For correspondence: S.V. Bohdan, PhD, orthopedic-traumatologist, State Institution "Institute of Traumatology and Orthopedics of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine", Bulvarno-Kudriavska st., 27, Kyiv, 01601, Ukraine; e-mail: www.sergey-mena@ukr.net; phone: +380 (67) 901 04 06

чини контрактури ПС [8, 9]. Численні МРТ та УЗД у хворих після шва ротаторної манжети плеча (РМП) або після металоостеосинтезу проксимального епіметафізу плечової кістки вказують на потовщення капсули ПС. Окрім того, м'якотканинна патологія ПС (ушкодження Банкарта, SLAP-, Pulley Lesion-ушкодження, часткові розриви сухожилків РМП) також може супроводжуватися обмеженням рухів у ПС та змінами капсули ПС, так званою вторинною контрактурою ПС — Secondary stiff shoulder [1, 3, 10, 11].

Практикуючому лікарю складно встановити причино-наслідковий зв'язок між травмою ПС з ушкодженням м'якотканинних структур ПС та розвитком його контрактури, оскільки остання може розвиватися через 4–8 тижнів після травми [3, 13, 14]. Звідси і труднощі в діагностиці та лікуванні.

Питання консервативного лікування ідіопатичного адгезивного капсуліту широко відомі та висвітлені в численних роботах як українських, так і англомовних авторів [3, 7, 15, 17]. Тактика консервативного лікування вторинного адгезивного капсуліту, пов'язаного з м'якотканинною патологією ПС, наслідками тривалої іммобілізації або оперативних втручань, зводиться до застосування протизапальних препаратів, лікувальної фізкультури (ЛФК) та фізпроцедур [3, 6, 7, 18, 19]. Виконання дистензійних внутрішньосуглобових ін'єкцій за аналогією до ідіопатичного адгезивного капсуліту часто нехтується лікарем з тих чи інших причин.

Мета дослідження: порівняти результати консервативного лікування хворих із вторинним адгезивним капсулітом, яким виконувалися дистензійні внутрішньосуглобові ін'єкції під час лікування та яким ця процедура не проводилася.

Матеріали та методи

З 2015 по 2021 рік на базі клініки реконструктивно-відновної хірургії верхньої кінцівки Державної установи «Інститут травматології та ортопедії НАМН України» (м. Київ) та Івано-Франківської обласної клінічної лікарні нами проведено консервативне лікування 825 хворих із різноманітною м'якотканинною патологією ПС (часткові розриви сухожилків РМП, ушкодження Банкарта без вивиху в суглобі, SLAP- та Pulley Lesion-ушкодження), що супроводжувалася теносиновітом сухожилка довгої голівки біцепса та обмеженням пасивних рухів у ПС.

Усі хворі були розділені на дві групи. Група 1 — консервативне лікування, що включало: протизапальну терапію (як загальну, так і місцеву); ЛФК, яка направлена на розтягнення капсули ПС та збільшення сили м'язів-ротаторів; фізіотерапевтичне лікування (фонофорез та магнітотерапію). Для фонофорезу з протизапальними мазями застосовували апарати УЗТ-101, УТП-3, потужність 0,2–0,4 Вт/см^2, час процедури 5–7 хвилин. Для виконання магнітотерапії застосовували апарати МАГ-30, «Полюс-101», «Магнітер АМТ-02». Використовували два індуктори, тривалість процедури 15–20 хвилин. Ці фізпроцедури виконували по 10–15 сеансів через день.

Група 2 — проводилося аналогічне до групи 1 консервативне лікування, доповнене виконанням 2 дистензійних внутрішньосуглобових ін'єкцій із пролонгованими глюкокортикостероїдами, місцевими анестетиками та фізрозчином в об'ємі 30–40 мл з інтервалом 21 доба під ультрасонографічним контролем. Усі хворі були попереджені про особливості лікування та дали свідому письмову згоду на виконання дистензійних ін'єкцій (внутрішньосуглобових ін'єкцій з розтягненням капсули ПС).

158 хворих було виключено з дослідження: 121 хворий не знайшов часу для спостереження та відвідування лікаря вже через 3 міс. після початку лікування, 19 хворих погодилися на оперативне втручання під артроскопічним контролем, не закінчивши курс консервативного лікування, 18 хворих не виконували стандартної програми реабілітації.

Усі хворі були обстежені до початку лікування клінічно, рентгенологічно, також усім хворим було виконано УЗД та МРТ. МРТ анатомічних структур ПС, включно з капсулою ПС на рівні аксилярного кармана, проводили в режимах T1, T2, Pd та Pdfatsat. До початку та через 6,1 ± 0,3 міс. після початку лікування хворим було виконано УЗД для оцінки змін капсули ПС на рівні верхівки міжгорбкової борозни, на 2–3 мм проксимальніше від проходження верхньої плечелопаткової зв'язки навколо сухожилка довгої голівки біцепса. Використовували апарати з мультичастотними датчиками: стаціонарний Philips ATL 3500 та портативний Honda-2000. Оптимальна візуалізація була досягнена при використанні режиму musculocutaneus superficialis, що відповідав частоті 7,5 МГц.

Критерії включення у дослідження були такі: наявність м'якотканинної патології ПС (ушкодження Банкарта без вивиху в анамнезі, SLAP-ушкодження, часткові розриви сухожилків РМП та Pulley Lesion-ушкодження), що супроводжувалася теносиновітом сухожилка довгої голівки біцепса й обмеженням пасивних рухів у ПС; вік від 30 до 60 років; виконання стандартного протоколу консервативного лікування; термін захворювання від 10 до 100 діб; відсутність супутньої патології ПС, яка б могла вплинути на рухи у ПС без потовщення капсули (омартроз, повношаровий розрив сухожилків РМП, кальцинуючий тендиніт сухожилків РМП, будь-яка кісткова патологія проксимального епіметафізу плечової кістки); огляд пацієнта через 3 та 6 міс. після початку лікування.

У дослідження ми включили 667 хворих, які пройшли програму лікування й етапне спостереження до 6 міс. від початку консервативного лікування. Серед них у 181 (27,1 %) діагностовано ушкодження суглобової губи лопатки в передніх або задніх відділах (ушкодження Банкарта), у 218 (32,7 %) — різні варіанти SLAP-ушкоджень, у 268 (40,2 %) — різні варіанти ушкоджень Pulley Lesion. Загальні характеристики груп наведено у табл. 1.

У своєму дослідженні ми проводили оцінку функції ПС за шкалою Constant Shoulder Score та ВАШ до оперативного втручання, через 3 та 6 міс. після операції. За

шкалою Constant Shoulder Score максимальна кількість балів — 100, мінімальна — 8. Порівнювали хвору та здорову верхні кінцівки. Різницю більше ніж 30 балів вважали незадовільним результатом, 21–30 балів — задовільним, 11–20 балів — добрим, менше ніж 11 балів — відмінним [17].

Статистичний аналіз. Статистична обробка даних проводилася за допомогою пакета Statistica 12 (StatSoft, USA). Для відображення загальної характеристики вихідних параметрів застосовувалися методи описової статистики із зазначенням середнього значення та стандартного відхилення. Для змінних з нормальним розподілом порівняння груп проводили за допомогою критерію Стьюдента. Умову рівності дисперсій перевіряли за допомогою критерію Ліві-ньо. З метою визначення статистичної значущості відмінностей між групами для кількісних (з відмінним від нормального розподілом) і порядкових змінних був використаний критерій Манна — Уїтні, для якісних — критерій χ^2 і точний критерій Фішера. Порівняння кількісних і порядкових змінних у залежних вибірках проводили за допомогою критерію Вілкоксона.

Результати

У табл. 2 і 3 наведено середні результати двох груп до початку та через 3 і 6 міс. після початку лікування. Кожного разу хворий самостійно заповнював форму з шкалою Constant Shoulder Score та ВАШ. Тест із динамометром хворий виконував до появи больових відчуттів. Контроль правильності виконання всіх тестів шкали Constant Shoulder Score покладався на одного лікаря.

Як бачимо з табл. 2, до початку лікування середні показники функції ПС за шкалою Constant Shoulder Score у двох групах були практично однаковими й коливалися в межах 43–46 балів (різниця балів між здоровим і хворим ПС). Через 3 міс. після початку консервативного лікування у групі 1 середній функціональний результат за шкалою Constant Shoulder Score був дещо гірший, ніж у групі 2, і коливався в межах 25,5 ± 17,2 бала, тоді як у групі 2 середній функціональний результат становив 19,5 ± 6,1 бала (p = 0,134). Через 6 міс. після початку консервативного лікування у групі 1 середній функціональний результат за шкалою Constant Shoulder Score становив 22,1 ± 5,2 бала, тоді як у групі 2 він був 11,1 ± 6,2 бала (p = 0,034).

Таблиця 1. Основні характеристики груп

Характеристика	Група 1 (n = 457)	Група 2 (n = 210)	p
Вік	52,1 ± 8,9	50,1 ± 16,1	0,531*
Стать: ч/ж	239 (52,3 %)/35 (47,7 %)	120 (57,1 %)/90 (42,9 %)	0,162**
Товщина капсули ПС на УЗД, мм	2,5 ± 1,2	2,90 ± 0,95	0,41*
Товщина капсули ПС на МРТ, мм	4,5 ± 2,2	4,2 ± 1,2	0,38*
Кут згинання у ПС до початку лікування, градуси	110 ± 12	100 ± 16	0,46*
Кут розгинання у ПС до початку лікування, градуси	12 ± 10	15 ± 6	0,71*
Кут відведення у ПС до початку лікування, градуси	70 ± 18	78 ± 14	0,74*
Термін від початку захворювання до лікування, міс.	1,57 ± 0,81	1,98 ± 0,64	0,061***

Примітки: * — критерий Стьюдента; ** — критерий χ^2; *** — критерий Манна — Уїтні.

Таблиця 2. Середні результати лікування хворих груп 1 та 2 за шкалою Constant Shoulder Score у різні терміни спостереження

Терміни обстеження хворих	Група 1 (n = 457)	Група 2 (n = 210)	p
До початку лікування	45,8 ± 19,1	43,5 ± 12,3	0,022
Через 3 міс. після початку лікування	25,5 ± 17,2	19,5 ± 6,1	0,134
Через 6 міс. після початку лікування	22,1 ± 5,2	11,1 ± 6,2	0,034

Таблиця 3. Середні результати лікування хворих груп 1 та 2 за ВАШ в різні терміни спостереження

Терміни обстеження хворих	Група 1 (n = 457)	Група 2 (n = 210)	p
До початку лікування	5,9 ± 2,9	5,6 ± 1,8	0,11
Через 3 міс. після початку лікування	2,55 ± 1,20	0,91 ± 0,80	0,24
Через 6 міс. після початку лікування	1,8 ± 1,2	0,5 ± 1,3	0,06

За ВАШ ми отримали наступні результати (табл. 3).

Як бачимо з табл. 3, до початку лікування середні показники больового синдрому хворих груп 1 та 2 за ВАШ були практично однаковими і коливалися в межах 5,9–5,6 бала. Через 3 міс. після початку лікування у групі 1 середній показник за ВАШ був гірший, ніж у групі 2, і коливався в межах 2,55 ± 1,20 бала. Через 6 міс. після початку лікування у групі 1 середній показник за ВАШ був також гірший, ніж у групі 2 ($p = 0,06$).

Таким чином, через 3 міс. після початку лікування пацієнти групи 1 мали гірші середні функціональні результати, ніж пацієнти групи 2, за шкалою Constant Shoulder Score ($p = 0,134$) та ВАШ ($p = 0,24$). Через 6 міс. після початку лікування пацієнти групи 1 мали суттєво гірші результати, ніж пацієнти групи 2, за шкалою Constant Shoulder Score ($p = 0,034$) та ВАШ ($p = 0,06$).

Обговорення

Контрактура ПС після травми вперше була описана 1859 року французьким хірургом Жозефом-Франсуа Мальгенем, який спостерігав за обмеженням діапазону рухів у пацієнтів із позасуглобовими переломами проксимального відділу плечової кістки без зміщення [3, 6]. Відтоді післятравматична контрактура ПС виділяється як окрема частина всіх набутих контрактур ПС.

Наші західні колеги дають визначення контрактури як стану суглоба, який супроводжується обмеженням саме пасивних рухів у ньому [3, 7, 15, 17]. Тому розриви одного або кількох сухожилків РМП, ушкодження нервів, що інервують м'язи РМП, та інші стани, що супроводжуються відсутністю активних рухів у ПС, не завжди мають контрактуру ПС, оскільки об'єм пасивних рухів при цій патології на початкових етапах захворювання може залишатися повним. І лише з плином часу в цієї групи хворих розвивається вторинна контрактура ПС різного ступеня вираженості [3, 6]. Фактори, які впливають на ступінь вираженості вторинної контрактури ПС, досі є дискутабельними. Чітко вдалося визначити лише те, що внутрішньосуглобові ушкодження (омартроз, внутрішньосуглобові переломи голівки плеча) викликають суттєвіше обмеження рухів у ПС, ніж зовнішні причини (розриви сухожилків РМП та інша м'якотканинна патологія) [3, 6, 8, 11].

Патофізіологія розвитку ідіопатичного адгезивного капсуліту детально досліджена на молекулярно-біологічному та гістологічному рівнях [3, 7], чого не можна сказати про вторинний адгезивний капсуліт. Більшість авторів лікують це захворювання згідно зі своїми клінічними дослідженнями, тоді як фундаментальні дослідження цього захворювання відсутні. У цьому контексті наше дослідження, проведене на великому масиві хворих зі статистичною обробкою отриманих даних, є раціональним та правильним підходом до розуміння цієї патології.

F. Grubhofer et al. рекомендують розділити причини розвитку вторинного адгезивного капсуліту на інтракапсулярні й екстракапсулярні. Інтракапсулярні причини включають ранній запальний капсуліт, спричинений гемартрозом ПС після внутрішньосуглобових переломів або ушкоджень м'яких тканин, та хронічний капсуліт, спричинений повторюваними мікротравмами внутрішньосуглобових структур або потовщенням капсули ПС внаслідок тривалої іммобілізації чи омартрозу. Екстракапсулярні причини не є прямим наслідком внутрішньокапсулярних ушкоджень. Приклади: неправильне зрощення позасуглобових переломів, позасуглобові рубці та спайки у субакроміальному просторі, гетеротопна осифікація та післятравматична гетеротопічна осифікація. У ширшому розумінні до екстракапсулярних причин можна віднести спастичний парез м'язів плечового пояса після черепно-мозкової травми [3].

У лікуванні вторинного адгезивного капсуліту більшість авторів схильні використовувати фізметоди та ЛФК [3, 7, 17]. Лише в кількох роботах нам вдалося знайти рекомендації щодо внутрішньосуглобових ін'єкцій кортикостероїдів [3, 6, 7]. Дистензійні внутрішньосуглобові ін'єкції з тих чи інших причин більшістю авторів взагалі не розглядаються як допоміжний метод лікування цієї патології.

У роботах B. Elhassan et al. акцент робиться на розсіченні капсули ПС та подальшому лікуванні з застосуванням ЛФК при відсутності ефекту від консервативного лікування [20].

Сильною стороною нашого дослідження є те, що ми оцінили результати на великому масиві хворих як за об'єктивною шкалою (Constant Shoulder Score), так і за суб'єктивною (ВАШ), нам вдалося створити статистично однакові групи дослідження з чітко визначеним типом контрактури ПС.

Слабкими сторонами нашого дослідження є відсутність контролю за виконанням вправ програми реабілітації, неврахування іншої супутньої патології організму (ІХС, ГХ тощо), яка може негативно впливати на реабілітацію хворих.

Висновки

1. Консервативне лікування хворих із вторинним адгезивним капсулітом плечового суглоба повинно бути комплексним, диференційованим та включати як ЛФК, масаж, фізіотерапевтичне лікування, так і дистензійні внутрішньосуглобові ін'єкції з пролонгованими глюкокортикоїдами.

2. Застосування дистензійних внутрішньосуглобових ін'єкцій із пролонгованими глюкокортикоїдами у хворих із вторинним адгезивним капсулітом плечового суглоба через 6 міс. після початку лікування дає можливість вірогідно зменшити рівень больового синдрому в плечовому суглобі за ВАШ ($p = 0,06$) та збільшити рівень функціональної активності за шкалою Constant Shoulder Score ($p = 0,034$).

Конфлікт інтересів. Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів та власної фінансової зацікавленості при підготовці даної статті.

Список літератури

1. Kelly J.D. Elite Techniques in Shoulder Arthroscopy. Springer. Philadelphia. 2016. 334 p. DOI: 10.1007/978-3-319-25103-5.

2. McMahon P.J. Rotator Cuff Injuries A Clinical Casebook. Springer. Pittsburgh. 2017. 363 p. DOI: 10.1007/978-3-319-63668-9.

3. Rockwood Ch.A., Masten F.A. Rockwood and Matsen's The Shoulder 5th Edition. Elsevier. 2016. 1304 p.

4. Jin-Young Park, Seok Won Chung, Zulkifli Hassan, Jin-Young Bang, Kyung-Soo Oh. Effect of capsular release in the treatment of shoulder stiffness concomitant with rotator cuff repair: diabetes as a predisposing factor associated with treatment outcome. Am. J. Sports Med. 2014 Apr. 42(4). 840-50. DOI: 10.1177/0363546513519326.

5. Tauro J.C. Stiffness and rotator cuff tears: incidence, arthroscopic findings, and treatment results. Arthroscopy. 2006. 22. 581-586. DOI: 10.1016/j.arthro.2006.03.004.

6. Itoi E., Arce G., Bain G.I., Diercks R.L., Guttmann D., Imhoff A.B., Mazzocca A.D., Sugaya H. et al. Shoulder stiffness: Current concepts and concerns. Springer. 2015. https://doi.org/10.1007/978-3-662-46370-3.

7. Ramirez J. Adhesive capsulitis: Diagnosis and Management. Am. Fam. Physician. 2019. 99(5). 297-300.

8. Cho C.H., Koo T.W., Cho N.S. et al. Demographic and clinical characteristics of primary frozen shoulder in a Korean population: a retrospective analysis of 1,373 cases. Clin. Shoulder Elbow. 2015. 18. 133-137. https://doi.org/10.5397/cise.2015.18.3.133.

9. Warner J.J., Greis P.E. The treatment of stiffness of the shoulder after repair of the rotator cuff. Instr. Course Lect. 1998. 47. 67-75.

10. Cho N.S., Rhee Y.G. Functional outcome of arthroscopic repair with concomitant manipulation in rotator cuff tears with stiff shoulder. Am. J. Sports Med. 2008. 36. 1323-1329. DOI: 10.1177/0363546508314402.

11. Oh J.H., Kim S.H., Lee H.K., Jo K.H., Bin S.W., Gong H.S. Moderate preoperative shoulder stiffness does not alter the clinical outcome of rotator cuff repair with arthroscopic release and manipulation. Arthroscopy. 2008. 24. 983-991. DOI: 10.1016/j.arthro.2008.06.007.

12. Kim In-Bo, Jung Dong-Wook. A Rotator Cuff Tear Concomitant With Shoulder Stiffness Is Associated With a Lower Retear Rate After 1-Stage Arthroscopic Surgery. Am. J. Sports Med. 2018 Jul. 46(8). 1909-1918. DOI: 10.1177/0363546518768813.

13. Kang S.W. Do we have to perform surgical treatment simultaneously for rotator cuff tear in patients with adhesive capsulitis. Korean J. Sports Med. 2019. 37. 11-6. doi.org/10.5763/kjsm.2019.37.1.11.

14. Hyung-Seok Park, Kyung-Ho Choi, Hyo-Jin Lee, Yang-Soo Kim Rotator cuff tear with joint stiffness: a review of current treatment and rehabilitation. Clin. Shoulder Elb. 2020 Jun. 23(2). 109-117. DOI: 10.5397/cise.2020.00143.

15. Kim Y.S., Lee H.J., Park I., Im J.H., Park K.S., Lee S.B. Are delayed operations effective for patients with rotator cuff tears and concomitant stiffness? An analysis of immediate versus delayed surgery on outcomes. Arthroscopy. 2015. 31. 197-204. DOI: 10.1016/j.arthro.2014.08.014.

16. McGrath J.P., Lam P.H., Tan M.T., Murrell G.A. The effect of concomitant glenohumeral joint capsule release during rotator cuff repair a comparative study. J. Shoulder Elbow Surg. 2016. 25. 714-22. DOI: 10.1016/j.jse.2015.10.005.

17. Park J.Y., Pandher D.S., Moon G.H., Yoo M.J., Lee S.T. Comparison of surgical outcome in impingement syndrome with and without stiff shoulder. Indian J. Orthop. 2008. 42. 182-187. DOI: 10.4103/0019-5413.40255.

18. Chung S.W., Oh J.H., Gong H.S., Kim J.Y., Kim S.H. Factors affecting rotator cuff healing after arthroscopic repair: osteoporosis as one of the independent risk factors. Am. J. Sports Med. 2011. 39. 2099-2107. DOI: 10.1177/0363546511415659.

19. Sabzevari S., Kachooei A.R., Giugale J., Lin A. One-stage surgical treatment for concomitant rotator cuff tears with shoulder stiffness has comparable results with isolated rotator cuff tears: a systematic review. J. Shoulder Elbow Surg. 2017 Aug. 26(8). e252-e258. DOI: 10.1016/j.jse.2017.03.005.

20. Elhassan B., Ozbaydar M., Massimini D. et al. Arthroscopic capsular release for refractory shoulder stiffness: a critical analysis of effectiveness in specific etiologies. J. Shoulder Elbow Surg. 2010. 19. 580-587.

Отримано/Received 11.01.2023
Рецензовано/Revised 18.01.2023
Прийнято до друку/Accepted 25.01.2023

S.S. Strafun[1], S.V. Bohdan[1], L.M. Yuriychuk[2], O.S. Strafun[1]
[1]State Institution "Institute of Traumatology and Orthopedics of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine", Kyiv, Ukraine
[2]Ivano-Frankivsk Regional Clinical Hospital, Ivano-Frankivsk, Ukraine

Conservative treatment of patients with secondary adhesive capsulitis

Abstract. ***Background.*** Secondary adhesive capsulitis similarly to idiopathic one is accompanied by thickening and loss of elasticity in the capsule of the shoulder joint. Conservative treatment of secondary adhesive capsulitis associated with shoulder joint soft tissue injuries, consequences of prolonged immobilization or surgeries still remains controversial. Capsular distension intraarticular injections similar to that for idiopathic adhesive capsulitis is often neglected by the doctor for one reason or another. The purpose was to compare the results of conservative treatment of patients with secondary adhesive capsulitis who underwent distension intra-articular injections during treatment and those who did not undergo this procedure. ***Material and methods.*** From 2015 to 2021, at the Department for Microsurgery and Reconstructive-Recovery Surgery of Upper Limb of the State Institution "Institute of Traumatology and Orthopedics of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine" (Kyiv) and Ivano-Frankivsk Regional Clinical Hospital, we have conducted conservative treatment for 825 patients with various soft-tissue pathology of the shoulder joint complicated by secondary adhesive capsulitis. All patients were divided into two groups: first group — conservative treatment without distension intra-articular injections, second group — with intraarticular injections. In our study, we evaluated the shoulder function using the Constant Shoulder Score (CSS) and visual analogue scale (VAS) before treatment and after 3 and 6 months. ***Results.*** Patients from the first group had worse average functional results 3 months after starting treatment according to the CSS ($p = 0.134$) and VAS ($p = 0.24$). Six months after, patients from group 1 had significantly worse results on the CSS ($p = 0.034$) and VAS ($p = 0.06$) than patients from group 2. ***Conclusions.*** Conservative treatment of patients with secondary adhesive capsulitis should be comprehensive, differentiated and include therapeutic exercises, massage, physiotherapy treatment, and distension intra-articular injections with prolonged steroids.

Keywords: adhesive capsulitis; shoulder joint; distension injection; contracture

DOI: https://doi.org/10.22141/1608-1706.1.24.2023.933

Карпінська О.Д.[1], Хасавнех А.А.М.[2]
[1]ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М.І. Ситенка НАМН України», м. Харків, Україна
[2]Вінницький національний медичний університет ім. М.І. Пирогова МОЗ України, м. Вінниця, Україна

Програма локальної низькочастотної вібраційної розробки суглобів після іммобілізації

Резюме. ***Актуальність.*** *Контрактура суглобів є найбільш поширеною клінічною проблемою, яка негативно впливає на щоденне життя пацієнтів, знижуючи його якість. Одним з маловивчених реабілітаційних методів відновлення рухливості суглобів з іммобілізаційними контрактурами є низькочастотна малоамплітудна вібрація.* ***Мета роботи:*** *розробити алгоритм проведення реабілітаційної програми низькочастотної вібраційної терапії пацієнтів з іммобілізаційними контрактурами суглобів верхніх та нижніх кінцівок.* ***Матеріали та методи.*** *В основу програми покладені результати лікування пацієнтів з контрактурами суглобів кінцівок та результати експериментальних досліджень формування іммобілізаційних контрактур та подальшого відновлення обсягу рухливості колінного суглоба у лабораторних щурів.* ***Результати.*** *Вібротерапію починають проводити за відсутності гострих больових відчуттів, виражених пошкоджень шкіри, конструктивних елементів фіксації відламків, які можуть бути пошкоджені при вібрації. Курс становить 14–15 сеансів. За рекомендаціями лікаря курс може бути продовжений. На всіх етапах вібраційної розробки контрактури суглобів проводиться контроль стану пацієнта. За результатами проведених експериментальних досліджень на лабораторних тваринах було доведено, що низькочастотний вібраційний вплив на тварин у процесі іммобілізації не дає сформуватися стійкій контрактурі, а відновлення повного обсягу рухів у колінному суглобі відбулося на 2 тижні раніше, ніж у інших щурів. З огляду на це можна пропонувати проведення локальної низькочастотної розробки пацієнтам з неускладненими переломами довгих кісток кінцівок та необширними оперативними втручаннями після первинного натяжіння рани (на 3-тю — 5-ту добу). При вібраційному впливі на пошкоджену кінцівку, коли ще не сформувалися контрактури, головне — не дати зупинитися процесам живлення тканин суглоба, скорочення м'язів і, відповідно, кровозабезпечення. Зважаючи на те, що вібрація діє як знеболювальна процедура, слід передбачити, що пацієнт зможе через короткий проміжок часу після зникнення болю відновити рухливість суглоба в повному обсязі.* ***Висновки.*** *Низькочастотна локальна вібраційна розробка рухів у суглобах та вправи на розтягування з елементами постізометричної релаксації є ефективним методом розробки іммобілізаційних контрактур, у тому числі застарілих. Ці процедури у пацієнтів з термінами іммобілізації до 2 місяців приводять до відновлення розгинання у суглобах. У пацієнтів з більш тривалою іммобілізацію обсяг рухів повністю не відновлюється за стандартний курс у 14 процедур, тому такі хворі потребують додаткових реабілітаційних заходів. Низькочастотна вібрація є тим механізмом, який запускає процеси відновлення та сприяє початку функціонального відновлення колінного суглоба. Можливість проведення вібраційних процедур пацієнтам у процесі іммобілізації потребує подальшого вивчення для розробки умов та алгоритму її проведення.*

Ключові слова: *вібрація; суглоб; контрактура; іммобілізація; травма; реабілітація*

Вступ

Контрактура суглобів на сьогодні є найбільш поширеною клінічною проблемою, яка негативно впливає на щоденне життя пацієнтів, знижуючи його якість [10]. Порушення рухливості суглобів є частим наслідком лікування різних травм або ортопедичних захворювань, коли у процесі лікування застосовується метод іммобілізації. Пацієнти з іммобілізацією кінцівок, особливо якщо іммобілізація довготривала, мають великий ризик розвитку контрактур суглобів, які впливають на кінцеві результати лікування травм та ортопедичних захворювань [5].

Одним з маловивчених реабілітаційних методів відновлення рухливості суглобів з іммобілізаційними

© «Травма» / «Trauma» («Travma»), 2023
© Видавець Заславський О.Ю. / Publisher Zaslavsky O.Yu., 2023

Для кореспонденції: Карпінська Олена Дмитрівна, науковий співробітник лабораторії біомеханіки, ДУ «Інститут патології хребта та суглобів імені професора М.І. Ситенка Національної академії медичних наук України», вул. Пушкінська, 80, м. Харків, 61024, Україна; +380 (57) 725-14-74; e-mail: helen.karpinska@gmail.com
For correspondence: Olena Karpinska, Research Fellow at the Department of biomechanics laboratory, State Institution "Sytenko Institute of Spine and Joint Pathology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine", Pushkinskaya st., 80, Kharkiv, 61024, Ukraine; phone +380 (57) 725-14-74; e-mail: helen.karpinska@gmail.com
Full list of authors information is available at the end of the article.

контрактурами є низькочастотна малоамплітудна вібрація.

Вібротерапія (лат. *vibrare* — тремтіти, коливатися + грец. *therapeia* — лікування) — метод лікувального впливу механічними хвилями низької частоти, який здійснюється при безпосередньому контакті з тканинами або тілом хворого. Дія вібротерпії визначається впливом на тканини механічних хвиль низької частоти та вибірковим збудженням вібрацією різних механорецепторів, що приводить до низки фізіологічних змін та саногенетичних ефектів. В основі фізіологічного впливу вібрації на організм лежать механічні, фізико-хімічні та теплові (які проявляються меншою мірою) ефекти. Вираженість відповідних фізіологічних механізмів залежить від інтенсивності і параметрів (частоти, амплітуди) впливу, умов проведення та локалізації [6–9].

Вібрація діє по всьому об'єму м'язів, відбувається значне збільшення скорочувальної здатності м'язів, посилюється обмін речовин без накопичення молочної кислоти, що дозволяє швидко відновлювати м'язи після фізичного навантаження, прискорюються процеси репарації після травм м'язів. Вібрація сприяє м'язовій релаксації, посиленню м'язового розтягування, підвищує еластичність зв'язок і сухожилків, збільшує рухливість у суглобово-зв'язковому апараті, нормалізує трофічні процеси, сприяючи повноцінному виробленню синовіальної рідини [4, 5]. Контрактури, які формуються при іммобілізації, відповідають на низькочастотну вібрацію, яка прикладена безпосередньо до ураженого суглоба. Позитивний вплив низькочастотних коливань на збільшення амплітуди рухів у суглобах відмічене багатьма дослідниками, але комплексного дослідження проведено не було.

У наших попередніх публікаціях [1, 2] було показано результати лікування контрактур ліктьового та колінного суглобів методом локальної низькочастотної вібрації та доведена його висока ефективність, особливо при розробці контрактур після нетривалої, до 2 місяців, іммобілізації кінцівки.

Мета роботи: розробити алгоритм проведення реабілітаційної програми низькочастотної вібраційної терапії пацієнтів з іммобілізаційними контрактурами суглобів верхніх та нижніх кінцівок.

Матеріали та методи

В основу програми покладені результати лікування пацієнтів з контрактурами суглобів кінцівок [1, 2].

Рекомендації щодо запобігання розвитку стійких контрактур у пацієнтів із позасуглобовими пошкодженнями кінцівок та після неускладнених операційних втручань базуються на розробленій нами концептуальній моделі формування контрактур суглобів [3].

Результати

При проведенні вібраційної розробки суглобів у пацієнтів з контрактурами було вироблено алгоритм, який базується як на накопиченому досвіді ведення хворих з контрактурами, так і на дослідженнях з фізики впливу механічних коливань на суглоб та оточуючі тканини.

За даними розробленої концептуальної моделі формування контрактур суглобів [3], залежно від тривалості іммобілізації чи знерухомлення кінцівки відбуваються зміни в тканинах суглоба, м'язах та кровоносних судинах, які живлять тканини пошкодженої кінцівки. Чим триваліше обмеження рухливості, тим сильніше проявляються зміни і тим складніший перебіг періоду відновлення.

З урахуванням ступеня контрактури та терміну вимушеного обмеження рухливості було розроблено алгоритм відновлення рухливості суглоба за допомогою локальної низькочастотної вібрації.

Відмітимо, що на вібротерапію дає направлення лікар, який попередньо оцінює стан пацієнта та готовність його до цих процедур.

Вібраційна розробка починається з огляду пацієнта.

1. Визначається обсяг рухів суглоба, який підлягає розробці.

2. Визначається час після травми та оперативного втручання (якщо таке було проведене), наявність конструкцій остеосинтезу, термін іммобілізації.

3. Оцінюється стан суглоба: болючість при рухах, набряк тканин, підшкірні крововиливи, подразнення шкіри, які викликають болючість при торканні. За наявності таких ознак вібраційну розробку не проводять.

4. Фіксується перелік фізіотерапевтичних процедур, які призначені пацієнту, окрім вібраційної терапії.

На основі проведених експериментальних та клінічних досліджень була розроблена програма проведення локальної низькочастотної вібраційної терапії для лікування іммобілізаційних контрактур суглобів. Алгоритм проведення вібраційної терапії наведено на рис. 1.

Вібротерапію починають проводити за відсутності гострих больових відчуттів, виражених пошкоджень шкіри, конструктивних елементів фіксації відламків, які можуть бути пошкоджені при вібрації.

Перед початком проведення курсу вібротерапії проводять навчання щодо виконання необхідних вправ, обирають зручну позу, висоту посадки та установку кінцівки на вібростенді. Сеанс триває 10 хв. Перед початком та по закінченні кожної процедури проводять вимірювання обсягу рухів.

За відсутності скарг на неприємні відчуття продовжують активні рухи згинання/розгинання суглоба.

При появі неприємного відчуття або болю сеанс може бути скорочений. Іноді, для запобігання жорсткому впливу вібрації при розробці ліктьового суглоба, між вібростендом і ліктем розміщують м'яку прокладку, товщиною 2–2,5 см. За нашими спостереженнями, на больові або неприємні відчуття пацієнти скаржаться у перші 2–3 сеанси. У разі продовження скарг на біль пропонується використання елементів постізометричної релаксації (ПІР).

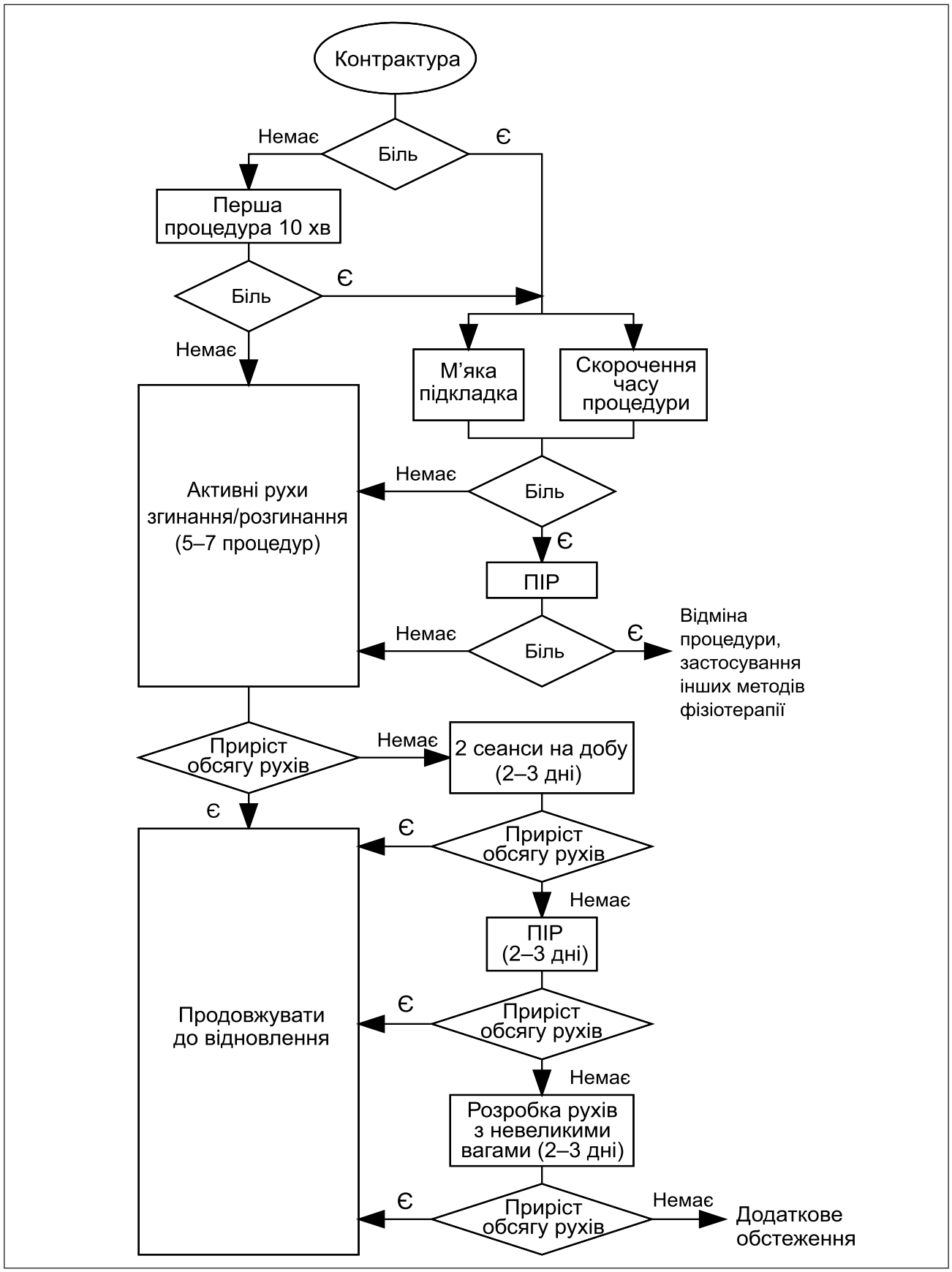


Рисунок 1. Алгоритм проведення локальної низькочастотної вібраційної розробки іммобілізаційних контрактур суглобів

Ці вправи полягають у наступному: пацієнт за допомогою вільної руки має зафіксувати розгинання на 10 с, потім на 10 с розслабити кінцівку і повторити вправи зі згинанням. Цикл складається з 10–15 повторювань. Між циклами вільне розташування на віброплатформі (відпочинок). Таких циклів у процедурі 10–12.

У разі продовження болю під час процедури та після неї курс вібраційної розробки припиняють та пропонують або додаткове обстеження, або проведення інших фізіотерапевтичних процедур більш м'якої дії.

За відсутності скарг поступово збільшують активність розробки суглоба до його відновлення.

Зазвичай на 5–7-й процедурі у пацієнтів відмічають зниження приросту обсягу рухів. Пацієнтам пропонують за можливості збільшити кількість процедур на день до двох або проводити розробку з обтяженням. При розробці ліктьового суглоба пацієнт проводить вправи з невеликими вагами — від 0,3 до 1 кг, залежно від фізичних даних пацієнта. Одночасно пропонуються елементи ПІР. При розробці колінного суглоба пропонують виконувати вправи з одночасним напруженням та розслабленням м'язів нижньої кінцівки, також з елементами ПІР.

Через 2–3 доби проводиться контроль приросту обсягу рухів. За наявності прогресу процедури продовжуються до відновлення рухливості суглоба. За відсутності явного поліпшення пропонується консультація лікаря для з'ясування причин стійкості контрактури та розробки нової тактики лікування.

Курс вібраційної розробки триває 14–15 сеансів. За рекомендаціями лікаря курс може бути продовжений.

На всіх етапах вібраційної розробки контрактури суглобів проводиться контроль стану пацієнта. З огляду на те, що вібраційна розробка входить у комплекс фізіотерапевтичних заходів лікування хворих після травм, простежити окремо вплив вібрації складно. У пацієнтів, яким перед вібраційною розробкою виконали масаж, мають знижену силу м'язів, тому бажано робити перерву між процедурами у декілька годин, що не завжди можливо. Проведення масажу після вібраційної розробки значно сприяє поліпшенню стану м'язів. Також значно поліпшує процес розробки суглоба призначення процедур фізичної його розробки на тренажерах для розгинання верхніх та нижніх кінцівок (велотренажери, вагоблокові тренажери тощо).

Локальна низькочастотна розробка у пацієнтів після неускладнених переломів довгих кісток кінцівок та необширних оперативних втручань починається після первинного натяжіння рани (на 3-тю — 5-ту добу).

Звичайно, вібраційні процедури повинні проводитися в полегшеному режимі, зі зменшеною тривалістю. Вібрація повинна бути частково приглушена м'якою прокладкою. При появі болю чи неприємного відчуття процедура припиняється. Активність рухів згинання/розгинання не повинна бути значною. Зважаючи на те, що у деяких пацієнтів контрактура відсутня і обмеження рухів пов'язане виключно з болем пошкодженої кінцівки, процедури можуть проводитися тільки для запобігання зупинці живлення тканин.

При вібраційному впливі на пошкоджену кінцівку, коли ще не сформувалися контрактури, головне — не дати зупинитися процесам живлення тканин суглоба, скорочення м'язів і, відповідно, кровозабезпечення.

З огляду на те, що вібрація діє як знеболювальна процедура, слід передбачити, що пацієнт зможе через короткий проміжок часу після зникнення болю відновити рухливість суглоба в повному обсязі.

Висновки

Низькочастотна локальна вібраційна розробка рухів у суглобах та вправи на розтягування з елементами постізометричної релаксації є ефективним методом розробки іммобілізаційних контрактур, у тому числі застарілих. Ці процедури у пацієнтів з термінами іммобілізації до 2 місяців приводять до відновлення розгинання у суглобах. У пацієнтів з більш тривалою іммобілізацію обсяг рухів повністю не відновлюється за стандартний курс у 14 процедур, тому такі хворі потребують додаткових реабілітаційних заходів. Низькочастотна вібрація є тим механізмом, який запускає процеси відновлення та сприяє початку функціонального відновлення колінного суглоба.

Можливість проведення вібраційних процедур пацієнтам у процесі іммобілізації потребує подальшого вивчення для розробки умов і алгоритму її проведення.

Конфлікт інтересів. Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів та власної фінансової зацікавленості при підготовці даної статті.

Список літератури

1. Тяжелов О.А., Фіщенко В.О., Карпінська О.Д., Карпінський М.Ю., Хасавнех А.А.М. Аналіз результатів вібраційної терапії після іммобілізаційних контрактур колінного суглоба у пацієнтів із позасуглобовими переломами нижніх кінцівок. Травма. 2022. Т. 23(5). С. 4-11. DOI: https://doi.org/10.22141/1608-1706.5.23.2022.910.

2. Тяжелов О.А., Фіщенко В.О., Карпінська О.Д., Карпінський М.Ю., Хасавнех А.А.М. Аналіз результатів вібраційної терапії іммобілізаційних контрактур у пацієнтів після позасуглобових переломів верхньої кінцівки. Травма. 2022. Т. 23(3). С. 50-57. https://doi.org/10.22141/1608-1706.3.23.2022.900.

3. Тяжелов О.А., Хасавнех Айхам А.М., Карпінська О.Д., Карпінський М.Ю., Біцадзе М.З. Концептуальна модель процесу формування іммобілізаційних контрактур. Ортопедия, травматология и протезирование. 2022. Т. 3–4. С. 106-115. DOI: http://dx.doi.org/10.15674/0030-598720223-4.

4. Bidonde J., Busch A.J., Spuy I., Tupper S., Kim S.Y., Boden C. Whole body vibration exercise training for fibromyalgia. Cochrane Database Syst. Rev. 2017. doi: 10.1002/14651858.CD011755.pub2.

5. Games K.E., Sefton J.E.M., Wilson A.E. Whole-Body Vibration and Blood Flow and Muscle Oxygenation: A Meta-Analysis. J. Athl. Train. 2015. Vol. 50(5). P. 542-549. doi: 10.4085/1062-6050-50.2.09.

6. Nagai T., Bates N.A., Hewett T.E., Schilaty N.D. Effects of Localized Vibration on Knee Joint Position Sense in Individuals with Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. Clin. Bio-

mech. (Bristol, Avon). 2018. Vol. 55. P. 40-44. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2018.04.011.

7. Novotny S.A., Eckhoff M.D., Eby B.C., Call J.A., Nuckley D., Lowe D.A. Musculoskeletal response of dystrophic mice to short term, low intensity, high frequency vibration. J. Musculoskelet. Neuronal Interact. 2013. Vol. 13(4). P. 418-29. PMID: 24292612; PMCID: PMC7071346.

8. Peelukhana S.V., Goenka S., Kim B., Kim J., Bhattacharya A., Stringer K.F., Banerjee R.K. Effect of higher frequency components and duration of vibration on bone tissue altera-tions in the rat-tail model. Ind. Health. 2015. Vol. 53(3). P. 245-259. doi: 10.2486/indhealth.ih-2014-0117.

9. Tseng S.-C., Shields R.K. Limb segment load inhibits the recovery of soleus h-reflex after segmental vibration in humans. J. Mot. Behav. 2018. Vol. 50(6). P. 631-642. doi: 10.1080/00222895.2017.1394259.

10. Wang L., Jia Z.S., Zhang L.N. [Research advances in pathomechanism and treatment of joint contracture]. Zhongguo Gu Shang. 2020. Vol. 33(8). P. 788-792. Chinese. doi: 10.12200/j.issn.1003-0034.2020.08.020.

Отримано/Received 12.01.2023
Рецензовано/Revised 19.01.2023
Прийнято до друку/Accepted 26.01.2023

Information about authors
Olena Karpinska, Research Fellow at the Department of biomechanics laboratory, State Institution "Sytenko Institute of Spine and Joint Pathology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine", Pushkinskaya st., 80, Kharkiv, 61024, Ukraine; phone +380 (57) 725-14-74; e-mail: helen.karpinska@gmail.com; https://orcid.org/0000-0002-1482-7733
Ayham Adli Mohammad Khasawneh, postgraduate student of the Department of Traumatology and Orthopedic, National Pirogov Memorial Medical University, Pirogov st., 56, Vinnytsia, 21018, Ukraine; e-mail: dr.aiham.k@gmail.com; https://orcid.org/0000-0002-2586-6260

Conflicts of interests. Authors declare the absence of any conflicts of interests and own financial interest that might be construed to influence the results or interpretation of the manuscript.

O.D. Karpinska[1], A.A.M. Khasawneh[2]
[1]State Institution "Sytenko Institute of Spine and Joint Pathology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine", Kharkiv, Ukraine
[2]National Pirogov Memorial Medical University, Vinnytsia, Ukraine

Local low-frequency vibration program for joint remobilization after immobilization

Abstract. ***Background.*** Joint contracture is the most widespread clinical problem, which negatively affects the daily life of patients, reducing its quality. One of the little-studied rehabilitation methods for restoring the mobility of joints with post-immobilization contractures is low-frequency, low-amplitude vibration. The objective: to develop an algorithm for rehabilitation program of low-frequency vibration therapy in patients with immobilization contractures of the joints of the upper and lower extremities. ***Materials and methods.*** The program was based on the outcomes of treatment in patients with limb joint contractures and the results of experimental studies on the formation of immobilization contractures and subsequent restoration of the range of motion in the knee joint of laboratory rats. ***Results.*** Vibrotherapy is started in the absence of acute pain, severe skin damage, structural elements to fix fragments that can be damaged by vibration. The course lasts for 14–15 sessions. According to the doctor's recommendations, it can be extended. At all stages of vibrotherapy for joint contracture, the patient's condition is monitored. The results of experimental studies on laboratory animals proved that the low-frequency vibration effect during immobilization does not allow the formation of a stable contracture and the restoration of the full range of motion in the knee joint occurred 2 weeks earlier than in other rats. Based on this, it is possible to offer local low-frequency treatment for patients after uncomplicated fractures of the long bones of the limbs and non-extensive surgeries after the initial wound healing (on days 3–5). With the vibration effect on the damaged limb, when the contractures have not yet formed, the main thing is not to stop the processes of nutrition of the joint tissues, muscle contraction, and, accordingly, blood supply. Given that vibration acts as an analgesic procedure, it should be expected that a patient will be able to restore full joint mobility within a short period of time after disappearance of pain. ***Conclusions.*** Low-frequency local vibration for joint remobilization and stretching exercises with elements of post-isometric relaxation is an effective method to eliminate immobilization contractures, including old ones. These procedures in patients who were immobilized for up to 2 months lead to restoration of joint extension. In patients with longer immobilization, the range of motion is not completely restored after a standard course of 14 procedures, so they need additional rehabilitation measures. Low-frequency vibration is the mechanism that initiates the recovery process and promotes the beginning of the functional restoration of the knee joint. The possibility of conducting vibration procedures during immobilization of patients requires further study to develop the conditions and algorithm for its implementation.

Keywords: vibration; joint; contracture; immobilization; injury; rehabilitation

Травма

УДК 616.71-001.5-089.844-089.168:616.71-089.193.4(048.8) DOI: https://doi.org/10.22141/1608-1706.1.24.2023.934

Верховський О.В.
Житомирська обласна лікарня ім. О.Ф. Гербачевського, м. Житомир, Україна

Показання до видалення металофіксаторів після консолідації переломів кісток (огляд літератури)

Резюме. *Повне зрощення перелому й відновлення функції кінцівки не завжди означає закінчення лікування конкретної травми. Наступним етапом хірургічного втручання, як правило, є видалення внутрішніх конструкцій, за допомогою яких було здійснено остеосинтез. Медичні показання до хірургічного видалення металевих імплантатів визначені недостатньо. Серед хірургів різних країн побутують різноманітні погляди на цю проблему, показання залежать від стану пацієнта, анатомічних ділянок, імплантаційних матеріалів. Проведений аналітичний огляд джерел літератури довів, що біль, функціональні порушення, помітний металофіксатор, можливі проблеми в майбутньому і бажання пацієнтів є відносними показаннями до видалення імплантатів. Абсолютними показаннями до видалення є аваскулярний некроз головки стегнової кістки, глибока інфекція і прорізування імплантату. З огляду на наявність численних ускладнень процедура видалення може бути дуже складною, і її можна рекомендувати лише в симптоматичних пацієнтів після належної усвідомленої згоди.*

Ключові слова: *аналіз джерел літератури; видалення металевих фіксаторів; показання до хірургічного лікування*

Вступ

Повне зрощення перелому і відновлення функції кінцівки не завжди означає закінчення лікування конкретної травми. Наступним етапом хірургічного втручання, як правило, є видалення внутрішніх конструкцій, за допомогою яких було здійснено остеосинтез.

Медичні показання до хірургічного видалення металевих імплантатів визначені недостатньо, серед хірургів різних країн побутують різноманітні погляди на цю проблему, показання залежать від стану пацієнта, анатомічних ділянок, імплантаційних матеріалів. На сьогодні не існує єдиного підходу до проблеми видалення металоконструкцій.

Результати хірургічного лікування переломів кісток залежать від багатьох факторів: характеру травми, віку й психосоматичного статусу пацієнта, тактики лікування, якості застосовуваних для остеосинтезу імплантатів, а також від кваліфікації хірурга [1]. Після загоєння перелому імплантат більше не виконує жодної функції, і постає питання: слід його видаляти чи ні, чому і коли? Хоча є кілька передбачуваних переваг видалення (як відновлення функції та зменшення болю), хірургічна процедура може бути дуже складною і призвести до ускладнень, таких як нервово-судинна травма й рефрактури, тоді як очікуваний результат ще добре не визначений [2–7].

Про актуальність проблеми говорить і проведення у квітні 2008 р. в Австрії конференції Асоціації остеосинтезу (АО), присвяченої видаленню металофіксаторів. У грудні 2007 р. на курсах АО у Давосі (Швейцарія) було проведено анкетування 1199 травматологів з різних країн світу щодо доцільності видалення імплантатів. Думки фахівців розділилися: за — 28 %, проти — 28 %. З метою структурованого огляду різних тем щодо показань до видалення імплантату після загоєння перелому літературні джерела були використані для відповіді на наступні питання:

— Чи мають імплантати негативний вплив на здоров'я пацієнта?

— Якими є поточні вказівки щодо видалення імплантатів після загоєння перелому?

— Які показання до видалення імплантатів з верхньої кінцівки?

— Які показання до видалення імплантатів з нижньої кінцівки?

© «Травма» / «Trauma» («Travma»), 2023
© Видавець Заславський О.Ю. / Publisher Zaslavsky O.Yu., 2023

Для кореспонденції: Верховський О.В., Житомирська обласна лікарня ім. О.Ф. Гербачевського, м. Житомир, Україна; e-mail: verkhdok@gmail.com
For correspondence: Verkhovskyi O.V., Zhytomyr Regional Herbachevskyi Clinical Hospital, Zhytomyr, Ukraine; e-mail: verkhdok@gmail.com

Чи мають імплантати негативний вплив на здоров'я пацієнта?

Після Другої світової війни підхід до лікування переломів змінився з консервативного способу на оперативний з використанням металевих імплантатів (пластин, гвинтів і стрижнів). Раніше ці імплантати виготовлялися з іржостійкої сталі, сплаву хрому, нікелю й молібдену. Є багато досліджень, спрямованих на пошук сплаву з найкращою біосумісністю для лікування переломів. Оптимальний сплав має бути достатньо міцним, не викликати корозії, не чинити канцерогенної дії, бути стійким до інфекцій, його має добре переносити імунна система організму. Протягом багатьох років потенційний ризик корозії був суттєвим викликом для хірургів, які регулярно видаляють імплантати після загоєння перелому. Цей процес окиснення металу призводить до розпушення дрібних частинок, які можуть бути біологічно активними. Такі частинки здатні призвести до тканинної реакції запального характеру з утворенням некрозу, грануляції та рубцевої тканини. Більшість досліджень цих питань були проведені ще в 70–80-х рр. минулого століття [8, 9]. Імплантати з іржостійкої сталі можуть викликати корозію в симптоматичних і безсимптомних пацієнтів, але їх клінічне значення залишається невизначеним [10].

До недавнього часу також вважалося, що металеві імплантати відіграють певну роль у генезі раку. Однак за результатами кількох експериментальних досліджень не було виявлено жодного зв'язку між металевими імплантатами і розвитком будь-якої форми раку [11]. Алергічні реакції на імплантати з іржостійкої сталі, що призводять до змін шкіри, екземи, затримки загоєння ран, болю або навіть розхитування імплантатів (не плутати із симптомами, викликаними інфекцією низького ступеня), були докладно описані і є ще одним показанням до планового видалення. Але контактна алергія на метали (наприклад, нікель), внутрішня алергія на пристрої є рідкісними випадками [12, 13]. Також аргументом для видалення імплантату була атрофія кістки [14, 15]. Россон і співавт. спільно опублікували результати двох докладних досліджень щодо впливу пластин на кортикальний шар кістки. Атрофія кортикального шару кістки була виявлена в одного пацієнта, у якого пластина передпліччя була видалена через 16 місяців. У 14 інших пацієнтів, у яких пластини передпліччя були видалені на пізнішій стадії, щільність кісток повернулася до рівня, що був до травми. У молодих людей кісткова маса на місці залишкових отворів після видалення гвинта нормалізувалася через 18 тижнів [16, 17]. Тому з метою зменшення ризику перелому авторами рекомендувалося залишити пластини принаймні на 21 місяць або взагалі не видаляти їх.

Металеві імплантати нового покоління — це сплави титану, алюмінію і ніобію (TAN; Synthes®) або титану, алюмінію і ванадію (Stryker®). Після впровадження TAN у 1977 р. його склад постійно вдосконалювався. Біосумісність TAN відмінна, на сьогодні не спостерігалося ознак корозії, токсичних або алергічних реакцій, що зробило його застосування досить популярним в останні 15 років [18–20]. Але з поширенням використання блокованих отворів пластин TAN новою проблемою стали технічні труднощі під час їх видалення [21]. Останнє може бути надзвичайно складним через блокування головки гвинта в пластині або розростання кістки на поверхні імплантату. Річардс та співавт. описали, що в цих випадках має значення не тільки склад сплаву, але і його поверхнева структура [22–26]. Отже, незважаючи на відсутність доказів, що імплантати шкодять здоров'ю, спостерігаються і технічні проблеми під час видалення імплантатів після загоєння переломів.

Якими є поточні вказівки щодо видалення імплантатів після загоєння перелому?

Дедалі більша кількість аргументів проти рутинного видалення імплантату виправдовує переоцінку наявних абсолютних і відносних показань до цієї процедури, оскільки вона вимагає принаймні нової операції, результати якої можуть бути непередбачуваними, а сам процес — дуже некомфортним. «Спроби видалення металофіксаторів часто є неприємними, призводять до зламу імплантатів та обладнання для видалення, вимагають тривалого часу на операцію і можуть розчарувати хірургів», — зазначив Джеймс Келлам, Каролінський медичний центр (Шарлотта, Північна Кароліна, США). Мінімально інвазивний остеосинтез пластин або інтрамедулярних цвяхів може призвести до максимально інвазивної процедури видалення імплантатів і ризиків, пов'язаних із хірургічним втручанням, як-от кровотеча, інфекція рани, травма нерва, перелом, поганий косметичний результат і можливість розвитку побічних ефектів, пов'язаних з анестезією. Усі ці недоліки разом потенційно можуть призвести до великих витрат і соціальних ускладнень і є аргументами проти видалення. У 1992 р. Сандерсон і співавт. описали загальний 20% рівень ускладнень у 188 пацієнтів, яким видалили металеві імплантати [27]. При видаленні пластини передпліччя вони спостерігали 42 % ускладнень. Натомість в іншому проспективному дослідженні, у якому подані результати 86 дорослих пацієнтів, яким видалили імплантат, 46 пацієнтів на момент видалення мали певні симптоми. Результат був досягнутий у 91 % пацієнтів із симптомами, і жодних проблем не спостерігалося в 95 % безсимптомних випадків. Загальний рівень ускладнень становив 3 %, включно з травмою променевого нерва й переломом. Було зроблено висновок, що безсимптомним пацієнтам доцільніше залишити імплантати [28]. Мінковіц і співавт. опублікували проспективне дослідження 60 пацієнтів (57 — з повним спостереженням упродовж одного року), які мали біль у ділянці фіксованого і зрощеного перелому, з метою оцінки результатів після видалення імплантату [29]. Ускладнення, пов'язані з хірургічним втручанням, не були описані. Загальне покращення функції і полегшення болю через рік після видалення імплантату було значним ($p = 0{,}00001$). Усі пацієнти були задоволені і стверджували, що в разі виникнення

необхідності повторити процедуру видалення вони дали б на це згоду.

В огляді, опублікованому в 2003 р., щодо показань і ризиків видалення після остеосинтезу імплантатів явна перешкода навколишнім тканинам і функції в осіб у період росту визначалася як абсолютне показання до процедури [30]. Незначні реакції тканин, пов'язані з імплантатами, вважаються дискусійними показаннями до видалення. Сьогодні показання на користь видалення імплантатів переважно є відносними [31]. **Абсолютні показання до видалення імплантатів сьогодні включають лише перфорацію кістки (наприклад, серкляжними дротами або стрижнями зовнішніх фіксаторів).** Навіть видалення імплантатів у скелеті, що росте, стає суперечливим показанням і більше не вважається абсолютним, а є переважно рекомендацією. Немає жодних доказів, що підтверджують необхідність рутинного видалення імплантатів у дітей [3, 32–34]. Також інфекція після оперативного лікування перелому не завжди є абсолютним показанням для видалення. Навпаки, стабілізація перелому є обов'язковою для лікування інфекції. У більшості випадків імплантат можна залишити на місці, поки перелом не загоїться. Успішною виявилася концепція лікування інфекційних ускладнень, що включає догляд за операційною раною, місцеву й системну антибіотикотерапію та утримання металофіксатора [35–38]. Однак після внутрішнього остеосинтезу багато пацієнтів мають скарги і такі симптоми, як біль, дискомфорт, стиснення м'яких тканин, набряк і скутість. Чи справді ці проблеми обумовлені імплантатами, чи вони виникли б у будь-якому випадку через травму, подальшу операцію та загоєний перелом з утворенням рубцевої тканини, часто не зрозуміло. Також відносними показаннями до видалення металофіксатора можуть бути вимоги пацієнтів. Відносними показаннями до видалення імплантату після загоєння перелому є і можливі проблеми, такі як посилення напруження через металеві імплантати, що призводить до переломів навколо фіксаторів або потреби заміни суглоба через остеоартроз у майбутньому.

Останніми роками було опубліковано три великі опитування щодо поточної практики та різних аспектів видалення імплантатів. У 2008 р. було проведено опитування щодо видалення імплантату Jamil et al. у Великій Британії [6]. Метою було визначити сучасну тактику хірургів-ортопедів щодо видалення імплантатів після зрощення переломів кінцівок. Рутинне видалення в пацієнтів віком до 16 років виконується у 60 %, віком 16–35 років — у 12 % і в пацієнтів старше за 35 років — лише в 3 % випадків. Показаннями до видалення імплантату в симптоматичних пацієнтів були біль, розхитування імплантатів, інфекція, зламані імплантати, подразнення шкіри, перипротезні переломи й функціональні обмеження. У симптоматичних пацієнтів видалення імплантатів було оцінено як більш ефективне, хірурги-ортопеди були менш захоплені цим, ніж хірурги-травматологи. Лодер і Фейнберг подали думку 273 педіатричних і 99 непедіатричних хірургів-ортопедів у США щодо планового видалення імплантатів у дітей [3]. 41 % хірургів висловився за видалення імплантатів взагалі, навіть якщо в дитини не було пов'язаних скарг, 36 % видаляли іноді, і 22 % (майже) ніколи не видаляли імплантати в дітей. Хоча видалення імплантатів, як правило, не проводиться в Нідерландах, опитування 250 голландських хірургів засвідчило: 89 % погодилися, що видалення імплантатів — це гарний варіант у разі болю або функціональних порушень. Також інфекція імплантату або кістки була однією з основних причин видалення (> 90 %). Щодо пацієнтів молодого віку (< 40 років) лише 34 % хірургів погодилися, що металеві імплантати мають завжди видалятися [39].

Які показання до видалення імплантатів з верхньої кінцівки?

Скарги пацієнта (наприклад, біль, косметичний дефект, функціональні порушення) є основними причинами видалення імплантатів із верхньої кінцівки. Було проведено 10 досліджень щодо видалення металофіксаторів із верхньої кінцівки. Усі вони були ретроспективними, за винятком двох, були присвячені конкретно показанням до видалення і були переважно опубліковані 20–30 років тому. Ці старі дослідження переважно зосереджувалися на таких ускладненнях, як рефрактура після видалення ліктьової та променевої пластини. Описано рівень ускладнень між 19 і 26 %. Після видалення металофіксаторів для запобігання торсійному стресу рекомендували застосовувати захисні шини й обмежити заняття контактними видами спорту протягом одного року [40, 41]. У дослідженнях, опублікованих у 1990-х рр., у 4–6 % випадків повідомлялося про виникнення повторного перелому після видалення фіксатора [42, 43]. **Усі ці дослідження сприяли появі рекомендацій залишати пластини передпліччя в безсимптомних пацієнтів *in situ* через велику кількість ускладнень** [44, 45]. **Крім того, було рекомендовано доручати проведення операцій з видалення імплантатів лише досвідченим хірургам** [46]. Показань щодо видалення металофіксаторів для інших ділянок верхньої кінцівки в літературних джерелах зовсім мало. Gyuricza et al. описали наслідки видалення блокованих волярних пластин у ретроспективній серії 28 пацієнтів після перелому дистального метаепіфіза променевої кістки [47]. До причин видалення включені теносиновіт, розрив сухожилля, помітний або внутрішньосуглобовий металофіксатор і біль. Крім двох ускладнень, пов'язаних з імплантацією, усі пластини були успішно видалені, а передопераційні скарги зменшились. Ловальд опублікував результати загальнонаціонального дослідження щодо видалення імплантатів після внутрішньої фіксації перелому плечової кістки [48]. Видалення імплантатів не є частиною стандартного протоколу в США, а видалення імплантату з плечової кістки проводилося лише в разі розвитку ускладнень, таких як незрощення, механічні проблеми й інфекція (10 %).

Які показання до видалення імплантатів з нижньої кінцівки?

Визначена обмежена кількість публікацій (n = 13) щодо видалення інтрамедулярного стегнового стрижня з нижньої кінцівки, і всі вони висвітлюють різні питання. Ретроспективні дослідження щодо аналізу пацієнтів, яким видалили стрижень стегнової кістки, описують такі показання до цієї операції, як подразнення м'яких тканин, прохання пацієнта, біль у кульшовому й колінному відділах і наявність інфекції. Жодних відмінностей між цвяхами з титану й іржостійкої сталі при видаленні не було виявлено. Біль зменшився в усіх симптоматичних пацієнтів після видалення, тому автори рекомендували видаляти лише стрижні стегнової кістки в симптоматичних пацієнтів [49–53]. У ретроспективному дослідженні Геслінг і співавт., аналізуючи видалення 164 стрижнів стегнової кістки після загоєння перелому, визначили, що 78 % пацієнтів із наявними місцевими скаргами відчули покращення після операції [54]. Однак 10 пацієнтів із 51, які мали безсимптомний передопераційний період, повідомляли про довгострокові скарги після видалення. Тому автори рекомендували видаляти стрижні стегнової кістки тільки в пацієнтів з відповідними симптомами [55].

Показання до видалення різних проксимальних імплантатів стегнової кістки (DHS-гвинт і PFN-стрижні) були описані Куклою і співавт. [56]. **Абсолютними показаннями до видалення вважали аваскулярний некроз головки стегнової кістки, наявність глибокої інфекції, перелом нижче від імплантату й прорізування імплантату.** Видалення PFN-стрижнів у пацієнтів віком молодше за 60 років також розглядалося як більшменш абсолютний показник через ризик іпсилатеральних переломів дистальніше від імплантату. **Але в усіх інших випадках дослідники радять інформувати пацієнта про дисбаланс між потенційними перевагами й ускладненнями перед видаленням.** Креттек і Моммсен описали такі поради у своєму огляді [57]. З 13 статей у 6 проаналізували ефект після видалення інтрамедулярних стрижнів. Біль у коліні — одна з найчастіших скарг після остеосинтезу кісток гомілки стрижнем і основне показання до його видалення. Keating et al., Karladani et al. і Boerger et al. визначили, що приблизно половина пацієнтів із болем у передньому відділі коліна від видалення стрижня відмічає позитивний ефект (22/49, 40/75 і 9/16 відповідно) [49, 58, 59]. Однак за результатами останнього дослідження визначалося, що в 4/16 безсимптомних пацієнтів з'явився біль у передньому відділі коліна після видалення стрижня. Останні дослідження свідчать, що біль у передньому відділі коліна може виникнути внаслідок інших причини, таких як ятрогенне пошкодження підколінного нерва, і ця проблема не буде розв'язана шляхом видалення стрижня, навпаки, після нього скарги можуть посилитися [60]. Покращення самопочуття було описано в 72 % пацієнтів, але 17 % передопераційних безсимптомних пацієнтів повідомили про (нові) довгострокові скарги при подальшому спостереженні [61, 62]. Ускладнення під час видалення інтрамедулярного стрижня виникають через невдачі при видаленні імплантату та ятрогенні переломи [63, 64]. **Усі автори стверджують, що рутинне видалення не показано і його слід оцінювати критично в безсимптомних пацієнтів.**

За результатами ретроспективного дослідження, опублікованого в 2001 р., проведена оцінка зменшення болю в дистальному відділі гомілки й малогомілкової кістки після видалення імплантату з приводу нестабільного перелому кісточок. Хоча в групі з 29 пацієнтів інтенсивність болю загалом зменшилася, майже половина з них ще відчувала біль і негативно оцінювала функціональні результати [65]. Переваги видалення імплантатів зі стопи й гомілковостопного суглоба були описані в проспективному дослідженні 69 пацієнтів, які перенесли планове видалення імплантатів. Зниження болю і висока частота задоволеності пацієнтів описані в 91 % пацієнтів [66].

Отже, за результатами аналізу вищезазначених літературних джерел можна стверджувати, що на сьогодні більшість показань до видалення металофіксаторів є відносними, тобто насправді не є необхідними і часто обумовлені скаргами й симптомами пацієнтів. Біль, функціональні порушення, помітний металофіксатор, можливі проблеми в майбутньому й прохання пацієнтів є основними прикладами відносних показань до видалення. Абсолютними показаннями до видалення є аваскулярний некроз головки стегнової кістки, глибока інфекція і прорізування імплантату. Корозія і можлива роль металу імплантатів у генезі раку більше не є загальноприйнятими причинами для видалення. Хірурги й пацієнти більш обізнані про відповідні показання й очікування щодо ризиків і переваг видалення імплантату. Можливість післяопераційних ускладнень або збільшення скарг є важливими причинами залишити імплантат на місці [27, 28, 30, 67].

Загалом рівень ускладнень після видалення імплантатів значно різниться в окремих дослідженнях. Ризик розвитку побічних ефектів коливається від 0 до 1 % для післяопераційної гематоми, до 14 % — для інфікування рани, 1–29 % — для пошкодження нерва, 1–30 % — для рефракції і до 9 % — для одержання косметично руйнівного рубця [27, 28, 40–42, 44–46, 68]. Однак у симптоматичних пацієнтів ці недоліки прийнятні як одна з потенційних переваг видалення імплантату, що може в перспективі зменшити ці скарги. З іншого боку, безсимптомним пацієнтам заведено залишати імплантат. Оперативне лікування перелому й подальше видалення імплантату з верхньої частини кінцівки відрізняється від нижньої кінцівки тим, що кістки менші й не несуть масу тіла, частіше використовуються пластини, ніж цвяхи, ризик травми нерва вищий (наприклад, променевий нерв на плечовій кістці) і рубці більш виражені. Натомість більшість показань до видалення (наприклад, біль, функціональні порушення) не дуже відрізняються між кінцівками. Але з переходом від планового видалення до видалення лише в симптоматичних пацієнтів останніми роками кількість випадків рефракції зменшилася. З огляду на наявність зна-

чної кількості ускладнень процедура видалення може бути дуже складною, і її можна рекомендувати лише в симптоматичних пацієнтів після належної усвідомленої згоди.

Конфлікт інтересів. Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів і власної фінансової зацікавленості при підготовці даної статті.

Список літератури

1. Beaupre G.S., Csongradi J.J. Refracture risk after plate removal in the forearm. J. Orthop. Trauma. 1996. 10(2). 87-92. DOI: 10.1097/00005131-199602000-00003.

2. Hanson B., van der Werken C., Stengel D. Surgeons' beliefs and perceptions about removal of orthopaedic implants. BMC Musculoskelet. Disord. 2008. 9. 73. DOI: 10.1186/1471-2474-9-73.

3. Busam M.L., Esther R.J., Obremskey W.T. Hardware removal: indications and expectations. J. Am. Acad. Orthop. Surg. 2006 Feb. 14(2). 113-20. DOI: 10.5435/00124635-200602000-00006.

4. Loder R.T., Feinberg J.R. Orthopaedic implants in children: survey results regarding routine removal by the pediatric and nonpediatric specialists. J. Pediatr. Orthop. 2006 Jul-Aug. 26(4). 510-9. DOI: 10.1097/01.bpo.0000214924.02939.62.

5. Bostman O., Pihlajamaki H. Routine implant removal after fracture surgery: a potentially reducible consumer of hospital resources in trauma units. J. Trauma. 1996 Nov. 41(5). 846-9. DOI: 10.1097/00005373-199611000-00013.

6. Molster A., Behring J., Gjerdet N.R., Ekeland A. Removal of osteosynthetic implants. Tidsskr Nor. Laegeforen. 2002 Sep 30. 122(23). 2274-6. PMID: 12448267.

7. Jamil W., Allami M., Choudhury M.Z., Mann C., Bagga T., Roberts A. Do orthopaedic surgeons need a policy on the removal of metalwork? A descriptive national survey of practicing surgeons in the United Kingdom. Injury. 2008 Mar. 39(3). 362-7. DOI: 10.1016/j.injury.2007.10.028.

8. Black J. Does corrosion matter? J. Bone Joint Surg. Br. 1988 Aug. 70(4). 517-20. https://doi.org/10.1302/0301-620X.70B4.3403590.

9. Levine D.L., Staehle R.W. Crevice corrosion in orthopedic implant metals. J. Biomed. Mater. Res. 1977 Jul. 11(4). 553-61. DOI: 10.1002/jbm.820110410.

10. Thomas K.A., Cook S.D., Harding A.F., Haddad R.J. Jr. Tissue reaction to implant corrosion in 38 internal fixation devices. Orthopedics. 1988 Mar. 11(3). 441-51. DOI: 10.3928/0147-7447-19880301-09.

11. Grogan C.H. Experimental studies in metal cancerigenesis. VIII. On the etiological factor in chromate cancer. Cancer. 1957 May-Jun. 10(3). 625-38.

12. Hallab N., Merritt K., Jacobs J.J. Metal sensitivity in patients with orthopaedic implants. J. Bone Joint Surg. Am. 2001 Mar. 83-A(3). 428-36. DOI: 10.2106/00004623-200103000-00017.

13. Thomas P., Thomsen M. [Allergy diagnostics in implant intolerance]. Orthopade. 2008 Feb. 37(2). 131-5. DOI: 10.1007/s00132-008-1194-8.

14. Muller A., Schneider, editor. Manuel of Internal Fixation. 2nd ed. New York: Springer; 1979.

15. Kettunen J., Kroger H., Bowditch M., Joukainen J., Suomalainen O. Bone mineral density after removal of rigid plates from forearm fractures: preliminary report. J. Orthop. Sci. 2003. 8(6). 772-6. DOI: 10.1007/s00776-003-0718-7.

16. Rosson J.W., Petley G.W., Shearer J.R. Bone structure after removal of internal fixation plates. J. Bone Joint Surg. Br. 1991 Jan. 73(1). 65-7. DOI: 10.1302/0301-620X.73B1.1991777.

17. Rosson J., Murphy W., Tonge C., Shearer J. Healing of residual screw holes after plate removal. Injury. 1991 Sep. 22(5). 383-4. DOI: 10.1016/0020-1383(91)90100-s.

18. du Preez L.A., Butow K.W., Swart T.J. Implant failure due to titanium hypersensitivity/allergy? Report of a case. SADJ. 2007 Feb. 62(1). 22, 4-5. PMID: 17427726.

19. Krischak G.D., Gebhard F., Mohr W., Krivan V., Ignatius A., Beck A. et al. Difference in metallic wear distribution released from commercially pure 16 titanium compared with stainless steel plates. Arch. Orthop. Trauma Surg. 2004 Mar. 124(2). 104-13. DOI: 10.1007/s00402-003-0614-9.

20. Serhan H., Slivka M., Albert T., Kwak S.D. Is galvanic corrosion between titanium alloy and stainless steel spinal implants a clinical concern? Spine J. 2004 Jul-Aug. 4(4). 379-87. DOI: 10.1016/j.spinee.2003.12.004.

21. Ehlinger M., Adam P., Simon P., Bonnomet F. Technical difficulties in hardware removal in titanium compression plates with locking screws. Orthop. Traumatol. Surg. Res. 2009 Sep. 95(5). 373-6. DOI: 10.1016/j.otsr.2009.03.020

22. Richards R.G. The effect of surface roughness on fibroblast adhesion in vitro. Injury. 1996. 27 Suppl 3. SC38-43. DOI: 10.1016/0020-1383(96)89031-0.

23. Meredith D.O., Riehle M.O., Curtis A.S., Richards R.G. Is surface chemical composition important for orthopaedic implant materials? J. Mater. Sci. Mater. Med. 2007 Feb. 18(2). 405-13. DOI: 10.1007/s10856-006-0706-5.

24. Hayes J.S., Seidenglanz U., Pearce A.I., Pearce S.G., Archer C.W., Richards R.G. Surface polishing positively influences ease of plate and screw removal. Eur. Cell. Mater. 2010. 19. 117-26. DOI: 10.22203/ecm.v019a12.

25. Pearce A.I., Pearce S.G., Schwieger K., Milz S., Schneider E., Archer C.W. et al. Effect of surface topography on removal of cortical bone screws in a novel sheep model. J. Orthop. Res. 2008 Oct. 26(10). 1377-83. DOI: 10.1002/jor.20665.

26. Hayes J.S., Vos D.I., Hahn J., Pearce S.G., Richards R.G. An in vivo evaluation of surface polishing of TAN intermedullary nails for ease of removal. Eur. Cell. Mater. 2009. 18. 15-26. DOI: 10.22203/ecm.v018a02.

27. Sanderson P.L., Ryan W., Turner P.G. Complications of metalwork removal. Injury. 1992. 23(1). 29-30. DOI: 10.1016/0020-1383(92)90121-8.

28. Richards R.H., Palmer J.D., Clarke N.M. Observations on removal of metal implants. Injury. 1992. 23(1). 25-8. DOI: 10.1016/0020-1383(92)90120-h.

29. Minkowitz R.B., Bhadsavle S., Walsh M., Egol K.A. Removal of painful orthopaedic implants after fracture union. J. Bone Joint Surg. Am. 2007 Sep. 89(9). 1906-12. DOI: 10.2106/JBJS.F.01536.

30. Muller-Farber J. [Metal removal after osteosyntheses. Indications and risks]. Orthopade. 2003 Nov. 32(11). 1039-57; quiz 58. DOI: 10.1007/s00132-003-0577-0.

31. Krettek C., Muller C., Meller R., Jagodzinski M., Hildebrand F., Gaulke R. Is routine implant removal after trauma surgery sensible? Unfallchirurg. 2012 Apr. 115(4). 315-22. DOI: 10.1007/s00113-012-2159-2.

32. Raney E.M., Freccero D.M., Dolan L.A., Lighter D.E., Fillman R.R., Chambers H.G. Evidence-based analysis of removal of orthopaedic implants in the pediatric population. J. Pediatr. Orthop. 2008 Oct-Nov. 28(7). 701-4. DOI: 10.1097/BPO.0b013e3181875b60.

33. Morshed S., Humphrey M., Corrales L.A., Millett M., Hoffinger S.A. Retention of flexible intramedullary nails following treatment of pediatric femur fractures. Arch. Orthop. Trauma Surg. 2007 Sep. 127(7). 509-14. DOI: 10.1007/s00402-007-0286-y.

34. Gorter E.A., Vos D.I., Sier C.F., Schipper I.B. Implant removal associated complications in children with limb fractures due to trauma. Eur. J. Trauma Emerg. Surg. 2011 Dec. 37(6). 623-7. DOI: 10.1007/s00068-011-0087-4.

35. Berkes M., Obremskey W.T., Scannell B., Ellington J.K., Hymes R.A., Bosse M. Maintenance of hardware after early postoperative infection following fracture internal fixation. J. Bone Joint Surg. Am. 2010 Apr. 92(4). 823-8. DOI: 10.2106/JBJS.I.00470.

36. Rightmire E., Zurakowski D., Vrahas M. Acute infections after fracture repair: management with hardware in place. Clin. Orthop. Relat. Res. 2008 Feb. 466(2). 466-72. DOI: 10.1007/s11999-007-0053-y.

37. Trampuz A., Widmer A.F. Infections associated with orthopedic implants. Curr. Opin. Infect. Dis. 2006 Aug. 19(4). 349-56. DOI: 10.1097/01.qco.0000235161.85925.e8.

38. Trampuz A., Zimmerli W. Diagnosis and treatment of infections associated with fracture-fixation devices. Injury. 2006 May. 37 Suppl 2. S59-66. DOI: 10.1016/j.injury.2006.04.010.

39. Vos D., Hanson B., Verhofstad M. Implant removal of osteosynthesis: the Dutch practice. Results of a survey. J. Trauma Manag. Outcomes. 2012. 6(1). 6. DOI: 10.1186/1752-2897-6-6.

40. Hidaka S., Gustilo R.B. Refracture of bones of the forearm after plate removal. J. Bone Joint Surg. Am. 1984 Oct. 66(8). 1241-3. PMID: 6490698.

41. Deluca P.A., Lindsey R.W., Ruwe P.A. Refracture of bones of the forearm after the removal of compression plates. J. Bone Joint Surg. Am. 1988 Oct. 70(9). 1372-6. PMID: 3182889.

42. Rumball K., Finnegan M. Refractures after forearm plate removal. J. Orthop. Trauma. 1990. 4(2). 124-9. DOI: 10.1097/00005131-199004020-00004.

43. Labosky D.A., Cermak M.B., Waggy C.A. Forearm fracture plates: to remove or not to remove. J. Hand Surg. Am. 1990 Mar. 15(2). 294-301. DOI: 10.1016/0363-5023(90)90112-5.

44. Langkamer V.G., Ackroyd C.E. Removal of forearm plates. A review of the complications. J. Bone Joint Surg. Br. 1990 Jul. 72(4). 601-4. DOI: 10.1302/0301-620X.72B4.2380210.

45. Rosson J.W., Shearer J.R. Refracture after the removal of plates from the forearm. An avoidable complication. J. Bone Joint Surg. Br. 1991 May. 73(3). 415-7. DOI: 10.1302/0301-620X.73B3.1670441.

46. Chia J., Soh C.R., Wong H.P., Low Y.P. Complications following metal removal: a follow-up of surgically treated forearm fractures. Singapore Med. J. 1996 Jun. 37(3). 268-9. PMID: 8942225.

47. Gyuricza C., Carlson M.G., Weiland A.J., Wolfe S.W., Hotchkiss R.N., Daluiski A. Removal of locked volar plates after distal radius fractures. J. Hand Surg. Am. 2011 Jun. 36(6). 982-5. DOI: 10.1016/j.jhsa.2011.03.032.

48. Lovald S., Mercer D., Hanson J., Cowgill I., Erdman M., Robinson P. et al. Complications and hardware removal after open reduction and internal fixation of humeral fractures. J. Trauma. 2011 May. 70(5). 1273-7; discussion 7-8. DOI: 10.1097/TA.0b013e318215bedd.

49. Boerger T.O., Patel G., Murphy J.P. Is routine removal of intramedullary nails justified. Injury. 1999 Mar. 30(2). 79-81. DOI: 10.1016/s0020-1383(98)00200-9.

50. Husain A., Pollak A.N., Moehring H.D., Olson S.A., Chapman M.W. Removal of intramedullary nails from the femur: a review of 45 cases. J. Orthop. Trauma. 1996. 10(8). 560-2. DOI: 10.1097/00005131-199611000-00009.

51. Brumback R.J., Ellison T.S., Poka A., Bathon G.H., Burgess A.R. Intramedullary nailing of femoral shaft fractures. Part III: Long-term effects of static interlocking fixation. J. Bone Joint Surg. Am. 1992 Jan. 74(1). 106-12. PMID: 1733998.

52. Toms A.D., Morgan-Jones R.L., Spencer-Jones R. Intramedullary femoral nailing: removing the nail improves subjective outcome. Injury. 2002 Apr. 33(3). 247-9. DOI: 10.1016/s0020-1383(01)00145-0.

53. Dodenhoff R.M., Dainton J.N., Hutchins P.M. Proximal thigh pain after femoral nailing. Causes and treatment. J. Bone Joint Surg. Br. 1997 Sep. 79(5). 738-41. DOI: 10.1302/0301-620x.79b5.7345.

54. Gosling T., Hufner T., Hankemeier S., Zelle B.A., Muller-Heine A., Krettek C. Femoral nail removal should be restricted in asymptomatic patients. Clin. Orthop. Relat. Res. 2004 Jun(423). 222-6. DOI: 10.1097/01.blo.0000130208.90879.67.

55. Hui C., Jorgensen I., Buckley R., Fick G. Incidence of intramedullary nail removal after femoral shaft fracture healing. Can. J. Surg. 2007 Feb. 50(1). 13-8. PMID: 17391610.

56. Kukla C., Gaebler C., Mousavi M., Vécsei V., Heinz T. Indications for Implant Removal in Healed Proximal Femoral Fractures. Acta Chir. Austriaca. 2000. 32. 196-8. DOI: 10.1007/bf02949264.

57. Krettek C., Mommsen P. Implant removal after intramedullary osteosyntheses. Literature review, technical details, and tips and tricks. Unfallchirurg. 2012 Apr. 115(4). 299-314. DOI: 10.1007/s00113-012-2158-3.

58. Keating J.F., Orfaly R., O'Brien P.J. Knee pain after tibial nailing. J. Orthop. Trauma. 1997 Jan. 11(1). 10-3. DOI: 10.1097/00005131-199701000-00004.

59. Karladani A.H., Ericsson P.A., Granhed H., Karlsson L., Nyberg P. Tibial intramedullary nails — should they be removed? A retrospective study of 71 patients. Acta Orthop. 2007 Oct. 78(5). 668-71. DOI: 10.1080/17453670710014374.

60. Leliveld M.S., Verhofstad M.H. Injury to the infrapatellar branch of the saphenous nerve, a possible cause for anterior knee pain after tibial nailing? Injury. 2011. 43(6). 779-83. DOI: 10.1016/j.injury.2011.09.002.

61. Sidky A., Buckley R.E. Hardware removal after tibial fracture has healed. Can. J. Surg. 2008 Aug. 51(4). 263-8. PMID: 18815648.

62. Gosling T., Hufner T., Hankemeier S., Muller U., Richter M., Krettek C. [Indication for removal of tibial nails]. Chirurg. 2005 Aug. 76(8). 789-94. DOI: 10.1007/s00104-005-1027-9.

63. Im G.I., Lee K.B. Difficulties in removing ACE tibial intramedullary nail. Int. Orthop. 2003. 27(6). 355-8. DOI: 10.1007/s00264-003-0503-4.

64. Seligson D., Howard P.A., Martin R. Difficulty in removal of certain intramedullary nails. Clin. Orthop. Relat. Res. 1997 Jul. (340). 202-6. DOI: 10.1097/00003086-199707000-00026.

65. Brown O.L., Dirschl D.R., Obremskey W.T. Incidence of hardware-related pain and its effect on functional outcomes after open reduction and internal fixation of ankle fractures. J. Orthop. Trauma. 2001 May. 15(4). 271- 4. DOI: 10.1097/00005131-200105000-00006.

66. Williams A.A., Witten D.M., Duester R., Chou L.B. The benefits of implant removal from the foot and ankle. J. Bone Joint Surg. Am. 2012 Jul 18. 94(14). 1316-20. DOI: 10.2106/JBJS.J.01756.

67. Georgiadis G.M. Percutaneous removal of buried antegrade femoral nails. J. Orthop. Trauma. 2008 Jan. 22(1). 52-5. DOI: 10.1097/BOT.0b013e318157379e.

68. Jago E.R., Hindley C.J. The removal of metalwork in children. Injury. 1998 Jul. 29(6). 439-41. DOI: 10.1016/s0020-1383(98)00080-1.

Отримано/Received 07.01.2023
Рецензовано/Revised 14.01.2023
Прийнято до друку/Accepted 21.01.2023

O.V. Verkhovskyi
Zhytomyr Regional Herbachevskyi Clinical Hospital, Zhytomyr, Ukraine

Indications for removal of metal fixators after consolidation of bone fractures (literature review)

Abstract. Complete union of the fracture and restoration of limb function does not always mean the end of the treatment of a particular injury. The next stage of surgical treatment of bone fractures, as a rule, is the removal of internal structures, with the help of which osteosynthesis was carried out. Medical indications for surgical removal of metal implants are poorly defined and there are various points of view on this problem among surgeons of different countries; the indications depend on the patient's state, anatomical areas, and implant materials. An analytical review of literature sources proved that pain, functional impairment, a visible metal fixator, possible future problems and patient requests are relative indications for the removal of implants. Absolute indications for removal are avascular necrosis of the femoral head, deep infection, and implant perforation. Given the number of complications, the removal procedure can be very difficult and should only be recommended only in symptomatic patients after proper informed consent.

Keywords: analysis of literature sources; removal of metal fixators; indications for surgical treatment

Травма

УДК 616.711-002.5-089-036-092.9(043.3) DOI: https://doi.org/10.22141/1608-1706.1.24.2023.935

Голка Г.Г., Веснін В.В., Бурлака В.В., Олійник А.О., Фадєєв О.Г., Гопцій О.В.
Харківський національний медичний університет, м. Харків, Україна

Сучасний підхід до лікування туберкульозного спондиліту (огляд літератури)

Резюме. *Проблема туберкульозу залишається актуальною, оскільки найбільш часто (62,2 %) захворюють на туберкульоз особи працездатного віку від 18 до 44 років. Метою даної роботи було провести системний аналіз наукової літератури щодо сучасних особливостей клінічного, патоморфологічного перебігу та існуючих підходів до лікування хворих на туберкульозний спондиліт (ТС) і визначити перспективи вдосконалення методів лікування. Проведено ретельне дослідження науково-практичних публікацій з даної проблеми протягом останніх 25 років. Туберкульозний спондиліт є найбільш тяжкою клінічною формою, що становить серйозну медико-соціальну проблему, тому що на тлі стабілізації статистичних показників виявлення захворювання часто відбувається на пізніх стадіях, що веде до зростання кількості ускладнень (абсцеси, нориці, деформації хребта, неврологічні порушення) у пацієнтів — до 80 % і значної їх інвалідизації — до 70–90 %. Основна причина пізньої діагностики — це недостатня настороженість профільних фахівців. Сучасний підхід до лікування туберкульозного спондиліту заснований на застосуванні радикальних, радикально-відновлювальних і реконструктивних операцій, яке дозволило в 70,5–80 % випадків домагатися добрих результатів лікування, що суттєво перевищує ефективність консервативних методів лікування. Але до цього часу залишається актуальним питання адекватної стабілізації хребта. Передній спондилодез, як основоположний її компонент, у переважній більшості випадків виконується автотрансплантатом. Слід зазначити, що в країнах з високорозвинутою економікою починають запроваджуватися сучасні досягнення вертебрології при оперативних втручаннях у пацієнтів із ТС, але, як уже зазначалось, переважна більшість таких пацієнтів проживає в країнах, де рівень страхової медицини недостатній. Що стосується нашої країни, то у зв'язку з безкінечними медичними реформами рівень спеціалізованої допомоги хворим із ТС надзвичайно низький (відсутній науково-методичний центр, який би координував високоспеціалізовану медичну допомогу даній категорії пацієнтів, суттєвою проблемою є також гострий кадровий дефіцит вузькоспеціалізованих фахівців (фтизіоортопедів), постійна реорганізація відділень для лікування хворих з ураженням кісток і суглобів і низький рівень їх оснащення). Проведене інформативно-аналітичне дослідження показало, що туберкульозний спондиліт є тяжким інвалідизуючим специфічним туберкульозним ураженням опорно-рухового апарату, а лікування даного захворювання є складною проблемою ортопедії. Надання спеціалізованої медичної допомоги хворим на ТС у нашій державі відбувається на рівні розвитку медицини кінця XX ст. і потребує вдосконалення.*

Ключові слова: *туберкульозний спондиліт; оперативне й консервативне лікування*

Вступ

Туберкульоз (ТБ) (від лат. tuberculum — горбок) — інфекційне захворювання, що викликається мікобактеріями туберкульозу. Проблема туберкульозу залишається актуальною, оскільки найбільш часто (62,2 %) захворюють на туберкульоз особи працездатного віку від 18 до 44 років [3, 12, 19].

За словами М.І. Перельмана, туберкульоз — вічна проблема. Років 30–40 тому здавалося, що з ним вже скоро буде покінчено. Однак у даний час у світі щорічно захворюють близько 10 млн осіб і понад 3 млн вмирають від цього захворювання. Туберкульоз став найпоширенішою інфекцією, що вбиває дорослих [5, 13, 23].

Епідемія туберкульозу стала надзвичайною ситуацією світового масштабу. У даний час жодна країна світу не може ігнорувати загрозу туберкульозу для здоров'я населення, а також для її економічного розвитку. Слід

© «Травма» / «Trauma» («Travma»), 2023
© Видавець Заславський О.Ю. / Publisher Zaslavsky O.Yu., 2023

Для кореспонденції: Голка Г.Г., Харківський національний медичний університет, пр. Науки, 4, м. Харків, 61022, Україна; e-mail: redact@i.ua
For correspondence: G.G. Golka, Kharkiv National Medical University, Nauky Ave., 4, Kharkiv, 61022, Ukraine; e-mail: redact@i.ua

зазначити, що мікобактеріями туберкульозу інфікована третина населення світу [15, 20, 23].

Таке бурхливе зростання захворюваності на туберкульоз у даний час пов'язують зі значним поширенням полірезистентних штамів мікобактерій туберкульозу, появою СНІДу, пожвавленням міграційних процесів, військовими конфліктами, а також послабленням уваги до організації боротьби з туберкульозом. Сприйнятливість людей до туберкульозу ускладнюється бідністю, економічним спадом і недостатністю харчування: 95 % усіх хворих на туберкульоз проживають в економічно слаборозвинених країнах [15, 23].

Ускладнення епідеміологічної ситуації з туберкульозом в Україні також обумовлено перш за все економічними і соціальними чинниками — агресивною війною РФ, потоками біженців і вимушених переселенців з територій, неблагополучних щодо туберкульозу. Негативний вплив на епідеміологічну обстановку чинить погіршення роботи загальної лікувальної мережі з раннього виявлення туберкульозу, а також послаблення контролю за проведенням протитуберкульозних заходів.

На сучасному етапі Україна віднесена до групи країн з високим рівнем захворюваності на туберкульоз, і цей рівень суттєво вищий, ніж у переважній більшості країн Центральної та Східної Європи [9, 10, 14].

Протягом останніх десятиріч проблема позалегеневого туберкульозу зберігає свою актуальність як у більшості країн світу, так і в країнах пострадянського простору. Однак практично повсюди органи охорони здоров'я приділяють недостатньо уваги даним захворюванням, що спричиняє суттєву шкоду здоров'ю і працездатності різних категорій населення.

В Україні туберкульоз кісток і суглобів (КСТ) посідає друге місце (2,6 %) серед усіх клінічних форм цієї хвороби і перше місце (45,5 %) серед форм позалегеневого туберкульозу (ПЛТ). Подібна тенденція спостерігається і в інших країнах СНД [9, 13].

Туберкульозний спондиліт (ТС) переважає в структурі КСТ, у дорослих його частка досягає 40–61,5 %. Основними проявами специфічного запального процесу в хребті є руйнування хребців, що призводить до порушення стабільності хребта, розвитку його деформацій, хронічних болів у спині, загальних соматичних реакцій. У 40–75 % випадків запальні захворювання хребта перебігають з неврологічними ускладненнями різного ступеня вираженості [1, 5–7].

Мета: провести системний аналіз наукової літератури щодо сучасних особливостей клінічного, патоморфологічного перебігу ТС та існуючих підходів до лікування хворих на ТС і визначити перспективи вдосконалення методів лікування.

Результати

У численних іноземних джерелах вказується, що питома вага ПЛТ у структурі захворюваності збільшується [17, 19]. Наприклад, у США вона досягає 30,4–37 % [15, 23], а в Австралії — 24,3 %, тобто частка ПЛТ у структурі реєстрованої захворюваності на туберкульоз у цих країнах значно більше, ніж в Україні. Більш того, цей показник зростає. Серед хворих на ПЛТ частка громадян іноземного походження у високорозвинених країнах збільшилася з 35,4 % у 2000 р. до 63,1 % у 2010 р. [16].

Вказівки на ТС як найбільш часту локалізацію кістково-суглобового туберкульозу, що призводить до стійкої втрати працездатності й інвалідності, містяться в багатьох роботах вітчизняних та іноземних авторів [4, 10, 12]. При цьому в більшості робіт підкреслюється, що до інвалідності призводять тяжкі запущені випадки туберкульозного спондиліту, ускладнені деформацією та вираженими спинномозковими розладами [7, 8, 11, 18].

Причин цьому декілька: по-перше, недостатньо висока ефективність лікування (насамперед хіміотерапії); по-друге, нерідкі випадки пізнього виявлення осіб з невиліковними формами хвороби [7, 14, 17].

Найбільш частою локалізацією ураження є грудний (50 %) і поперековий (40 %) відділи хребта, а при поширених формах — грудопоперековий [6, 14, 18]. Ураження шийного й крижового відділів хребта зустрічається в 5–6 % випадків. Частка туберкульозного спондиліту в структурі КСТ досягає 50–60 % [13, 14, 21]. Туберкульозний спондиліт є найбільш тяжкою клінічною формою, що становить серйозну медико-соціальну проблему, тому що на тлі стабілізації статистичних показників виявлення захворювання часто відбувається на пізніх стадіях, що веде до зростання кількості ускладнень (абсцеси, нориці, деформації хребта, неврологічні порушення) у пацієнтів — до 80 % і значної їх інвалідизації — до 70–90 % [7, 11, 17]. Основна причина пізньої діагностики — це недостатня настороженість профільних фахівців [11, 14, 16].

У зв'язку з тим, що значна кількість мієлоїдного кісткового мозку зосереджена в тілах хребців, туберкульозне запалення розвивається найбільш часто в передньому опорному комплексі хребта.

Донині основу сучасної раціональної системи лікування ТС становить поєднання трьох принципів (що розроблені П.Г. Корневим): плановості, комплексності й активності [8, 12, 13].

Принцип плановості передбачає проведення широких організаційних заходів, спрямованих перш за все на вчасне визначення початкових форм кістково-суглобових уражень і їх лікування, що забезпечує найбільшу ефективність лікувальних заходів.

Принцип комплексності забезпечується гармонічним поєднанням методів загального й місцевого лікування в одну загальну динамічну систему.

Загальний вплив досягається антибактеріальним і санаторно-кліматичним лікуванням, місцевий — ортопедичними заходами.

Етіотропна терапія є одним з основних компонентів лікування туберкульозу хребта. Відповідно до сучасних уявлень у курсі хіміотерапії виділяють дві фази, що розрізняються за своїми завданням.

Специфічна антибактеріальна терапія проводиться відповідно до прийнятих у фтизіатрії стандартів і є

важливим лікувальним фактором. Її позитивна дія виявляється насамперед у поліпшенні загального стану хворих, особливо за наявності активних туберкульозних змін у легенях та інших органах. Антибіотики і хіміопрепарати специфічної дії сприяють більш швидкому відмежуванню вогнищ і затиханню запальних явищ.

Інтенсивна фаза лікування є складовою частиною передопераційної підготовки, або ж до часу її завершення потрібно визначити необхідність і можливість хірургічного втручання.

В окремих публікаціях вказується на високу активність сучасної протитуберкульозної терапії, можливість і необхідність скорочення термінів передопераційної підготовки хворих на активний туберкульозний спондиліт. Однак у практичній діяльності протитуберкульозних закладів передопераційна підготовка триває від 3 до 6 міс. Це пояснюється в першу чергу прагненням запобігти загостренню процесу в післяопераційний період і відсутністю досліджень, які б вивчали процес відокремлення зони специфічної деструкції від здорової тканини на фоні активної сучасної антибіотикотерапії.

Несвоєчасне сліпе антибактеріальне лікування визнають неефективним, низка авторів вважають за необхідне неодноразове проведення бактеріологічного дослідження, виконання біопсії з гістологічним і морфологічним дослідженням матеріалу [5, 10, 16].

Ортопедичне й антибактеріальне лікування перед оперативним втручанням має проводитися не тільки з метою компенсації процесу як найбільш вигідного для операції моменту, але і для виявлення тенденції захворювання, що визначає показання до операції. За даними провідних фахівців Санкт-Петербурзького науково-дослідного інституту фтизіопульмонології (головний науковий медичний заклад позалегеневого туберкульозу на території СНД), тривалість початкової (передопераційної) антибактеріальної терапії повинна становити не менше за 2–3, але й не більше від 4–5 місяців за умови недостатньої ефективності [7, 8, 13, 14]. Слід враховувати, що надмірно тривала антибактеріальна терапія зменшує ефективність післяопераційного протимікробного лікування в результаті зниження чутливості збудника до препаратів, а також утворення вираженого перифокального аваскулярного тканинного бар'єра, перешкоджає проникненню у вогнище достатньої кількості туберкуліностатичних речовин [11, 14, 15].

Слід зазначити, що з кінця 80-х років XX століття в СРСР склалася стрімка система комплексного лікування хворих на туберкульоз хребта з урахуванням стадії процесу: антибактеріальна терапія на фоні ліжкового ортопедичного режиму протягом 3–4 міс. (залежно від активності процесу), сануючі операції (абсцесотомія, некректомія) при активному процесі з наступною антибактеріальною терапією на фоні ліжкового режиму протягом 1–2 міс., після чого виконується другий етап оперативного втручання — стабілізація уражених хребців автотрансплантатами або одноетапне проведення операції при втраті активності процесу — економна резекція вогнища із заміщенням утвореного дефекту кістковим автотрансплантатом і подальший ліжковий режим протягом 3–6 міс. з урахуванням клініко-рентгенологічних даних про зниження активності процесу, ступеня приживлення трансплантата і формування мозолі між резектованими тілами хребців.

Період розвитку ідей хірургічного лікування ТС становить майже сто років. До 30-х років XX століття у зв'язку з відсутністю адекватних методів знеболювання, надзвичайної небезпеки доступу до тіл хребців через грудну й черевну порожнину з можливими маніпуляціями з магістральними кровоносними судинами стримувався розвиток хірургії хребта. Уперше заміщення кісткових дефектів при спондиліті поперекового-крижових хребців автокістковим трансплантатом із вентрального ретроперитонеального доступу виконав професор В.Д. Чаклін у 1931 р. [1, 12, 13].

У даний час весь арсенал способів і методів хірургічного лікування спондилітів включає: радикальні операції без кісткової пластики (абсцесотомія, некректомія, резекція тіл хребців), радикально-відновлювальні операції (зі спондилопластикою, передньобічним спондилодезом), реконструктивні операції (при великих руйнуваннях активним процесом і при анатомо-функціональних наслідках перенесеного спондиліту), лікувально-допоміжні операції (кістково-пластичні стабілізації) і коригуючі операції при ортопедичних і неврологічних ускладненнях спондиліту [4, 8, 13, 14, 17]. До основних завдань хірургічного лікування спондиліту туберкульозної етіології належать ліквідація вогнища запалення, купірування розвитку ускладнень, відновлення опороздатності хребетного стовпа [3, 12, 18, 22].

Оперативні втручання включають доступ до хребтового стовпа і маніпуляції на хребті (резекція тіла хребця, міжхребцевого диска; декомпресія спинного мозку і нервових корінців; передній спондилодез). Крім операцій, виконаних безпосередньо в зоні зруйнованих хребців, у хворих на туберкульозний спондиліт застосовують лікувально-допоміжні операції. Мета такого втручання — створення оптимальних умов для відновлення опорної функції хребта, корекції його деформації, ліквідація вторинних ускладнень і наслідків захворювання [14, 19, 22].

Відповідно до сучасних вимог практичної хірургії кісткового туберкульозу (вибір оптимального моменту для проведення операції) активну стадію слід поділяти на два періоди: прогресування і компенсації. Поняття «компенсація» включає низку ознак, що свідчать про достатній високий рівень захисних сил, які забезпечують відсутність виражених явищ туберкульозної інтоксикації: це нормалізація температури, відсутність або слабка вираженість больового синдрому, помірне (до 20 мм/год) прискорення швидкості осідання еритроцитів, помірний зсув гемограми. У той же час таку сукупність сприятливих клінічних тестів не можна ототожнювати з поняттям «затихання» або навіть «втрата активності процесу», тому що динамічне рентгенологічне дослідження переконує у відсутності ще видимих

ознак репарації, а в низці випадків можна відзначити й триваюче повільне наростання деструктивних змін [2, 13, 17].

Одним із завдань передопераційного лікування є досягнення компенсації туберкульозного процесу, що дозволяє розраховувати на швидшу ліквідацію залишкових активних проявів туберкульозу силами самого організму [2, 19].

Сучасна етіологічна терапія — основний метод лікування хворих на туберкульоз. Антибактеріальна терапія ефективна при будь-якій локалізації туберкульозного процесу в усіх вікових групах. Раціональне використання антибіотиків і хіміопрепаратів дозволяє отримати високий ефект як при початкових, так і при поширених і ускладнених формах захворювання. Завдяки антибактеріальній терапії стало можливим стійке клінічне лікування більшості хворих. Крім того, застосування антибактеріальних препаратів створює додаткові можливості для хірургічного лікування туберкульозу.

Використання комбінації протитуберкульозних препаратів для лікування хворого на туберкульоз вже давно вважають найважливішим правилом антибактеріальної терапії. При прийомі кількох препаратів виникає сумарний бактеріостатичний і бактерицидний ефект. Він виникає, з одного боку, в результаті одночасного впливу препаратів на різні клітинні структури мікроба, а з іншого — внаслідок підвищення бактеріостатичної активності крові і, відповідно, тканин хворого. Комбінація препаратів, що мають різні механізми дії, ефективна відносно мікобактерій з різною біологічною активністю, з внутрішньо- і позаклітинною локалізацією. Результат впливу комбінації препаратів на бактеріальну популяцію максимально високий, а ймовірність формування лікарської стійкості в мікобактерій туберкульозу мінімальна [15, 23].

Результат лікування хворих багато в чому залежить від ефективності впливу протитуберкульозних препаратів на мікобактерії туберкульозу. У зв'язку з цим ступінь їх чутливості або стійкості до препаратів має велике значення [3, 13, 16, 17].

Розподіл мікобактерій на чутливі й стійкі проводиться на підставі критеріїв, встановлених клініколабораторними дослідженнями. Мірою або критерієм чутливості є мінімальна концентрація препарату, що затримує ріст мікобактерій туберкульозу при стандартних умовах. Стійкими вважають мікобактерії, які зберігають здатність до зростання при певних концентраціях протитуберкульозних препаратів у живильному середовищі.

Думки дослідників відносно термінів передопераційної антибактеріальної терапії хворих на туберкульозний спондиліт на фоні жорсткого ліжкового режиму суперечливі — від декількох місяців до 8–10 місяців. Одні автори рекомендують проводити операцію в більш ранні терміни, після встановлення діагнозу — це сприяє ліквідації вогнища, зниженню інтоксикації, перерванню туберкульозного процесу й поліпшенню репарації [14, 17, 22].

Інші хірурги до операції проводять антибактеріальну терапію протягом 2–3 міс. [6], вважаючи такий термін достатнім для купірування процесу. Є прихильники тривалої передопераційної антибактеріальної терапії — від 4 до 6 міс. і більше [5, 8, 11].

Методи оперативного лікування спондилітів, що застосовуються, також потребують тривалого післяопераційного ліжкового режиму — 3–6 міс. Це пов'язано з необхідністю іммобілізації хребта для запобігання зміщенню резектованих хребців і трансплантатів, а також для поліпшення репаративних процесів у зоні операції [7, 13, 17].

Дійсна практика передопераційної антибактеріальної терапії, ведення післяопераційного періоду в умовах суворого ліжкового режиму й обумовлена цим гіподинамія строком 5–8 міс. мають для хворих негативні наслідки — порушення функції низки органів і систем, і в першу чергу серцево-судинної системи [10, 14, 19].

Отже, існуючі методи оперативного лікування туберкульозних спондилітів потребують тривалого дотримання ліжкового режиму (не менше за 2–4 міс. до операції і 2–4 міс. після неї).

Позитивний ефект кістково-пластичних операцій при різних формах туберкульозного спондиліту в низці випадків не зберігається через розсмоктування, перелом і зміщення трансплантата, незрощення резектованих тіл хребців й утворення несправжнього суглоба. Частка таких незадовільних результатів, за даними різних авторів, становить від 12,5 до 40 % [7, 13, 17, 19]. Основними причинами незадовільних результатів більшість авторів вважають: тривалий ліжковий режим, наявність невидаленої аваскулярної зони і залишків зруйнованих міжтілових дисків [14, 19, 21].

Сучасний підхід до лікування туберкульозного спондиліту заснований на застосуванні радикальних, радикально-відновлювальних і реконструктивних операцій, які дозволили в 70,5–80 % випадків домогтися добрих результатів, що суттєво перевищує ефективність консервативних методів лікування. Але досі залишається актуальним питання адекватної стабілізації хребта. Передній спондилодез, як основоположний її компонент, у переважній більшості випадків виконується автотрансплантатом. Для поліпшення формування кісткового блока при поширених формах спондиліту запропонований спосіб кісткової пластики ребром на судинній ніжці, моно-/полікомпонентна пластика і трансплантація окістя тощо [4, 8, 12, 21].

Застосування алотрансплантатів при передньому спондилодезі ускладнюється небезпекою інфікування реципієнта, труднощами заготовки, імовірністю імунологічного конфлікту, етичними й моральними аспектами, крім того, потрібна ретельна підгонка кісткового ложа і алотрансплантата на всьому протязі для повного контакту і тривала зовнішня фіксація жорстким корсетом. Алотрансплантат не відзначається остеобластичним остеогенезом, як це буває при пересадці життєздатних автотрансплантатів, тому що використовується «мертвий» матеріал [13, 21].

Незважаючи на добрий результат передньої кісткової пластики в найближчому післяопераційному періоді, у відділеному періоді частота несприятливих наслідків наростає — від 16 до 40 % [14, 19]. При туберкульозному спондиліті виявляються різкі порушення васкуляризації кісткової тканини, фіброзні зміни кісткового мозку, зниження регенеративної здатності кісткового ложа, у яке вводиться трансплантат. Знижена здатність тканин до регенерації, їх апластична або тканинна інертність обумовлені негативним впливом запального процесу не тільки в зоні, що оточує вогнище, але й на значній відстані від нього. Відомо, що небажана рухливість оперованого відділу хребта призводить до зрощення трансплантата з ложем тіл хребців з утворенням хондроїдної тканини, що не може сприйматися як повноцінне блокування. Процес адаптації трансплантатів істотно погіршується при великих (за протяжністю) деструктивних змінах хребта. Утворені при їх резекції міжхребцеві діастази значної довжини не завжди дозволяють забезпечити стабільність хребта на рівні спондилодезу навіть при застосуванні прогресивних способів пластики. У цілому після радикально-реконструктивних операцій фіброзний блок унаслідок резорбції трансплантатів і рухливості між кінцями трансплантатів і ложем у тілах хребців виявлявся в значному числі (10–30 %) випадків туберкульозних спондилітів. Резорбція трансплантатів нерідко веде до збільшення кіфотичної деформації хребта в післяопераційному періоді [7, 11, 13].

А.Е. Гарбуз і співавт. показали, що у віддаленому післяопераційному періоді вільні кісткові трансплантати зберігають свою величину лише в 30 % випадків [8].

Упродовж останніх десятиліть у практиці вертебрології набули поширення опорні імплантати із синтетичних матеріалів: пористого нікелідатитану, вуглець-вуглецю, біоситалу, а також титанові кейджі, пориста кераміка тощо. Кожен матеріал, який обирають для переднього спондилодезу, має як свої переваги, так і недоліки [4, 8, 17, 22].

Слід зазначити, що кількість публікацій, присвячених використанню опорних імплантів із синтетичних матеріалів при лікуванні ТС, незначна, і вони є суперечливими.

До основних завдань хірургічного лікування туберкульозу хребта більшість авторів відносять: радикальне видалення запального або некротичного вогнища, усунення розвинутих ускладнень, декомпресія спинного мозку, відновлення опороздатності хребта. Оперативне втручання дозволяє досягти добрих результатів у лікуванні захворювання, усунути ускладнення і зменшити відсоток інвалідизації [12, 13, 19].

Оцінка ефективності втручань залежить від того, які критерії вкладають різні автори в саме поняття «ефективність лікування». Низка авторів говорять про 80,5 % сприятливих результатів лікування туберкульозного спондиліту [13, 14]. При цьому, як правило, автори говорять про сприятливі результати захворювання, коли в результаті лікування досягається затихання запального процесу. При використанні інших критеріїв оцінки ефективності лікування, наприклад рентгенологічних, результати вже не можуть бути розцінені як задовільні з такою ж частотою, тому що в значній кількості випадків (за деякими даними — до 53 %) у віддалені терміни у хворих відзначаються резорбція, перелом і відсутність кісткового зрощення трансплантатів, використовуваних у переважній більшості методик оперативного втручання [5, 17].

Резорбція трансплантатів нерідко призводить до збільшення кіфотичної деформації хребта в післяопераційному періоді. Низка дослідників показали, що у віддаленому післяопераційному періоді лише в 30 % випадків вільні кісткові трансплантати зберігають свою величину після радикальних реконструкцій хребта у хворих на туберкульозний спондиліт [5, 17, 18].

Кісткові трансплантати, заміщаючи вентральні дефекти, у подальшому, після їх перебудови, сприяють перетворенню зруйнованої ділянки й пристосуванню її до нових умов навантаження. Найкращі результати отримані в тих випадках, коли трансплантати, заміщаючи невеликі дефекти, добре занурені і своїми поверхнями контактують з ложем [12]. Менш задовільні результати пов'язані із застосуванням кісткових трансплантатів з метою з'єднання декількох уражених хребців. У таких випадках, особливо за наявності вираженої деформації, можливість контакту трансплантатів обмежується зазвичай тільки їх полюсами [4, 13]. А.Е. Гарбуз зі співавт. неодноразово спостерігали розсмоктування трансплантата й розвиток псевдоартрозів при спондиліті, що, на думку авторів, було обумовлено надмірним навантаженням на трансплантат у рухомих відділах здорових хребців, а також тим, що при протяжній фіксації хребта вимикається значний його відділ, що в подальшому призводить до деформуючого спондильозу і спондилоартрозу [8, 13]. Резорбція трансплантатів нерідко веде до збільшення кіфотичної деформації хребта в післяопераційному періоді [14, 17].

Відсутність застосування будь-яких конструкцій для остеосинтезу хребта в 67 % пролікованих хворих є причиною пізніх ускладнень у терміни від 2 до 7 років після операції [17, 21, 22]. Автори виявили, що найбільш частим ускладненням був прогресуючий кіфоз на рівні оперованих сегментів хребта, у 20 % хворих — неспроможність переднього спондилодезу, у 31 % пацієнтів — погіршення неврологічного статусу. За даними Е.Н. Беллендир, кістковопластичні операції неефективні у зв'язку з тим, що після резекції уражених тіл хребців утворюються великі міжхребцеві діастази, а регенеративна здатність кісткового ложа різко знижена [1–4]. У віддаленому післяопераційному періоді в 16–40 % хворих спостерігається резорбція, відсутність зрощення одного з кінців, перелом трансплантатів [14, 21]. Безпосередньо після операції введений у кістковий дефект трансплантат не виконує стабілізуючу функцію. Відновлення стабільності настає тільки після перебудови трансплантата з кісткою реципієнта в кістковий блок, для завершення репаративних процесів у подібних випадках нерідко потрібно не менше за 8–10 місяців. Але навіть

після багатомісячної іммобілізації хребта зовнішнім жорстким корсетом нерідко відбувається вивих трансплантата з кісткового ложа і проведений спондилодез не може вважатися ефективним [17, 19, 22].

Одночасно з розробкою методів кісткової пластики активно досліджувалася можливість використання синтетичних пластичних матеріалів: титанових, керамічних, полімерних та інших [4, 5, 19, 22]. Використання керамічних імплантатів дозволяло вирішувати одночасно кілька завдань — забезпечити первинну стабілізацію ураженого сегмента, виключити зовнішню жорстку фіксацію, спростити й скоротити післяопераційний період. Застосування імплантатів з кераміки зменшувало травматичність і час операції, тому що зникала необхідність у додатковому оперативному втручанні для взяття автотрансплантата [9].

Отже, аналіз літературних даних дозволив зробити висновок, що проблема заміщення поширених кісткових дефектів у хребті при ТС на сьогодні повністю не вирішена.

Підбиваючи підсумки, слід зазначити, що стаціонарне лікування хворого з активним туберкульозом хребта нині триває не менше за рік, причому комплекс оперативних втручань не завжди дає бажаний результат. Тривала гіподинамія призводить до появи виражених дистрофічних змін в опорно-руховому апараті та внутрішніх органах, що ускладнює реабілітацію хворих у післяопераційному періоді. Після закінчення лікування до 85 % хворих виписують із стаціонару з I–II групою інвалідності, і в подальшому вони повинні протягом 3–5 років щорічно по 2–4 міс. проводити в спеціалізованих стаціонарах чи санаторіях.

До цього часу накопичено дуже багатий досвід хірургічного лікування туберкульозного спондиліту. Практично вирішено питання оперативних доступів до всіх відділів хребта. Багато зроблено у вирішенні завдання кістково-пластичного заміщення тіл хребців, що видаляються під час операції.

Отже, у даний час пріоритет хірургічного етапу в комплексному лікуванні спондилітів безсумнівний. Сучасна система хірургічного лікування цих захворювань, що визначає спосіб і обсяг оперативного втручання в комплексному лікуванні ТС, формувалася упродовж останніх 40 років [5, 13, 17]. Але, незважаючи на значні успіхи в лікуванні, досягнуті останніми роками, туберкульозний спондиліт продовжує залишатися однією з найбільш складних проблем хірургії.

Слід зазначити, що в країнах із високорозвинутою економікою починають запроваджуватися сучасні досягнення вертебрології при оперативних втручаннях у пацієнтів із ТС [16, 18, 21], але, як уже зазначалось, переважна більшість таких хворих проживає в країнах, де рівень страхової медицини недостатній. Що стосується нашої країни, то у зв'язку з безкінечними медичними реформами рівень спеціалізованої допомоги хворим із ТС надзвичайно низький (відсутній науково-методичний центр, який би координував високоспеціалізовану медичну допомогу даній категорії пацієнтів, суттєвою проблемою є також гострий кадровий дефіцит вузькоспеціалізованих фахівців (фтизіоортопедів), постійна реорганізація відділень для лікування хворих із КСТ і їх низький рівень оснащення).

У нашій країні не проводяться фундаментальні дослідження щодо особливостей сучасного перебігу ТС, його патоморфологічних особливостей. Останні російськомовні публікації, присвячені експериментальному моделюванню ТС, датуються 60-ми роками XX ст. [2, 9].

Висока вартість оперативного лікування, тривале перебування на ліжку стаціонару пацієнтів цієї групи і стійкі порушення працездатності населення в результаті тягнуть за собою істотні фінансові витрати, не кажучи вже про зниження якості життя хворих.

Висновки

1. Проведене інформативно-аналітичне дослідження показало, що туберкульозний спондиліт є тяжким інвалідизуючим специфічним туберкульозним ураженням опорно-рухового апарату, лікування даного захворювання є складною проблемою ортопедії.

2. Надання спеціалізованої медичної допомоги хворим на ТС у нашій державі відбувається на рівні розвитку медицини кінця XX ст. і потребує вдосконалення.

3. Невивченими є сучасні клініко-патоморфологічні особливості захворювання, можливості етіологічної діагностики ТС. Залишається невирішеним питання підходів до передопераційного лікування (доцільність використання АБП резервного ряду, терміни доопераційного лікування, використання сучасних досягнень вертебрології при оперативному лікуванні пацієнтів з ТС).

Конфлікт інтересів. Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів і власної фінансової зацікавленості при підготовці даної статті.

Список літератури

1. Беллендир Э.Н. Особенности восстановительных процессов при пластическом замещении костных полостей после удаления туберкулезных очагов в эксперименте: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Ленинград, 1968.

2. Беллендир Э.Н. Экспериментальная патология и хирургия внелегочного туберкулеза и ее клиническое значение. Хирургия внелегочного туберкулеза. Ленинград, 1983. С. 13-27.

3. Беллендир Э.Н. Современное представление о патогенезе внелегочного туберкулеза. Актуальные вопросы диагностики и лечения туберкулеза. Научные труды Всероссийской научно-практической конференции. Санкт-Петербург, 2006. С. 225-226.

4. Беллендир Э.Н., Аджамов Б.М., Долгова И.Б. Экспериментальная оценка новых пластических материалов в хирургии костного туберкулеза. Проблемы туберкулеза и болезней легких. 2003. 5. 45-48.

5. Беляков М.В., Кафтырев А.С., Гусева В.Н., Сердобинцев М.С., Мушкин А.Ю. Применение небиологических пластических материалов в хирургии костно-суставного туберкулеза. В кн.: Хирургическое лечение костно-суставного туберкулеза. Под ред. Левашева Ю.Н., Мушкина А.Ю. Санкт-Петербург: ЭЛБИ-СПб, 2008. С. 203-214.

6. Бурлаков С.В., Олейник В.В., Вишневский А.А. Влияние длительности заболевания туберкулезным спондилитом на развитие осложнений. Травматология и ортопедия России. 2013. 1(67). 61-66.

7. Вишневский А.А., Бурлаков С.В., Олейник В.В., Макаровский А.Н., Решетнева Е.В., Назаров С.С. Причины осложнений хирургического лечения туберкулезного спондилита. Материалы I Конгресса Ассоциации «Национальная Ассоциация фтизиатров» «Актуальные проблемы и перспективы развития противотуберкулезной службы в Российской Федерации». Санкт-Петербург, 2012. С. 81-82.

8. Гарбуз А.Е., Сердобинцев М.С., Гусева В.Н. Современная восстановительная хирургия туберкулеза позвоночника и суставов. Проблемы туберкулеза. 2002. 3. 27-31.

9. Голка Г.Г., Веснін В.В. Сучасні підходи до лікування туберкульозного спондиліту. Ортопедия, травматология и протезирование. 2016. 3(604). 85-89.

10. Голка Г.Г., Веснін В.В., Бурлака В.В., Олійник А.О., Фадєєв О.Г. Оптимізація лікування пацієнтів із туберкульозним спондилітом. Ортопедия, травматология и протезирование. 2019. 1(614). 19-24.

11. Диагностика и лечение внелегочного туберкулеза. Практическое руководство. Под ред. Перельмана М.И., Левашева Ю.Н. Москва: Медицина и жизнь, 2002.

12. Корнев П.Г. Хирургия костно-суставного туберкулеза: в 3 т. Ленинград: Медицина, 1971.

13. Костно-суставной туберкулез. Под ред. Левашева Ю.Н., Гарбуза А.Е. Москва: Медицина и жизнь, 2003.

14. Перецманас Е.О. Диагностика и хирургическое лечение специфического и неспецифического спондилита: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Москва, 2006.

15. Bélard S., Heuvelings C.C., Janssen S., Grobusch M.P. Bedaquiline for the treatment of drug-resistant tuberculosis. Expert Rev. Anti Infect. Ther. 2015. 13(5). 535-553.

16. Colmenero J.D., Ruiz-Mesa J.D., Sanjuan-Jimenez R., Sobrino B., Morata P. Establishing the diagnosis of tuberculous vertebral osteomyelitis. Eur. Spine. J. 2013. 22(4). 579-586.

17. Jiang T., Zhao J., He M., Wang K., Fowdur M., Wu Y. Outcomes and Treatment of Lumbosacral Spinal Tuberculosis: A Retrospective Study of 53 Patients. PLoS One. 2015 Jun 29. 10(6). e0130185. doi: 10.1371/journal.pone.0130185.

18. Khanna K., Sabharwal S. Spinal tuberculosis: a comprehensive review for the modern spine surgeon. Spine J. 2019 Nov. 19(11). 1858-70. doi: 10.1016/j.spinee.2019.05.002.

19. Moon M.S. Tuberculosis of spine: current views in diagnosis and management. Asian Spine J. 2014 Feb. 8(1). 97-111. doi: 10.4184/asj.2014.8.1.97.

20. Wu S., Zhang Y., Sun F., Chen M., Zhou L., Wang N., Zhan S. Adverse Events Associated With the Treatment of Multidrug-Resistant Tuberculosis: A Systematic Review and Meta-analysis. Am. J. Ther. 2016. 23(2). 521-530.

21. Wu W., Lyu J., Liu X., Luo F., Hou T., Zhou Q. et al. Surgical Treatment of Thoracic Spinal Tuberculosis: A Multicenter Retrospective Study. World Neurosurg. 2018 Feb. 110. e842-e850. doi: 10.1016/j.wneu.2017.11.126.

22. Yusof M., Hassan E., Rahmat N., Yunus R. Spinal tuberculosis: the association between pedicle involvement and anterior column damage and kyphotic deformity. Spine. 2009. 34(7). 713-717.

23. Zuur M.A., Bolhuis M.S., Anthony R., Hertog A.D., Van Der Laan T., Wilffert B. et al. Current status and opportunities for therapeutic drug monitoring in the treatment of tuberculosis. Expert Opin. Drug Metab. Toxicol. 2016. 12(5). 509-521.

Отримано/Received 09.01.2023
Рецензовано/Revised 16.01.2023
Прийнято до друку/Accepted 23.01.2023

G.G. Golka, V.V. Vesnin, V.V. Burlaka, A.O. Oliinyk, O.H. Fadeev, O.V. Goptsii
Kharkiv National Medical University, Kharkiv, Ukraine

A modern approach to the treatment of tuberculous spondylitis (literature review)

Abstract. The problem of tuberculosis remains relevant as most often (62.2 %) it affects persons of working age, from 18 to 44 years. The purpose was to carry out a systematic analysis of the scientific literature regarding the modern features of the clinical and pathomorphological course and existing approaches to the treatment of patients with tuberculous spondylitis and to determine the prospects for improving treatment methods. A thorough study of research on this problem over the past 25 years has been conducted. Tuberculous spondylitis is the most severe clinical form that is a serious medical and social problem, since against the background of stabilization of statistical indicators, the detection of the disease often occurs at late stages, which leads to an increase in the number of complications (abscesses, fistulas, spinal deformities, neurological disorders) — up to 80 % and significant disability of patients — up to 70–90 %. The main cause for late diagnosis is insufficient vigilance of specialized professionals. The modern approach to the treatment of tuberculous spondylitis is based on the use of radical, radical restorative and reconstructive surgeries, which allowed to achieve good treatment results in 70.5–80 % of cases that significantly exceeds the effectiveness of conservative treatment methods. But until now, the question of adequate stabilization of the spine remains relevant. Anterior spondylodesis as its fundamental component is performed with an autograft in most cases. It should be noted that in countries with a highly developed economy, modern achievements of vertebrology are starting to be implemented in surgical interventions in patients with tuberculous spondylitis, but as already noted, the vast majority of such patients live in countries where the level of medical insurance is insufficient. As for our country, due to endless medical reforms, the level of specialized care for patients with tuberculous spondylitis is extremely low (there is no scientific and methodical center that would coordinate highly specialized medical care for this category of patients, a significant problem is also the acute shortage of highly specialized professionals (phthisio-orthopedists), constant reorganization of poorly equipped departments for the treatment of patients with bone and joint damage). The conducted informative analytical study showed that tuberculous spondylitis is a severe disabling specific tuberculous lesion of the musculoskeletal system, the treatment of this disease is a complex problem of orthopedics. The provision of specialized medical care to the patients with tuberculous spondylitis in our country is at the level of the development of medicine at the end of the 20th century and needs improvement.

Keywords: tuberculous spondylitis; operative and conservative treatment

Травма

УДК 616.718.4-001.5-088.166 *DOI: https://doi.org/10.22141/1608-1706.1.24.2023.936*

Калашніков А.В.[1], Лазаренко Ю.В.[2], Калашніков О.В.[1]
[1]ДУ «Інститут травматології та ортопедії НАМН України», м. Київ, Україна
[2]Військово-медичний клінічний центр Центрального регіону, м. Вінниця, Україна

Переломи проксимального відділу стегнової кістки: соціальна значимість і тактика хірургічного лікування (огляд джерел літератури)

Резюме. *Переломи проксимального відділу стегнової кістки (ППВСК) — одна з найбільш поширених причин надходження хворих до травматолого-ортопедичного стаціонару. Зі зростанням тривалості життя населення збільшується частка людей похилого віку, включно із хронічною соматичною патологією, відповідно, зростає кількість ППВСК. Щорічно в усьому світі реєструється близько 1 700 000 таких випадків. Все це, безумовно, свідчить про велику соціальну значимість проблеми. Нами проведено аналіз джерел світової літератури відносно соціальної значимості й тактики хірургічного лікування цієї категорії хворих. Визначено, що, незважаючи на велику кількість літературних джерел, остаточно не розроблений диференційований підхід до застосування окремих видів остеосинтезу чи ендопротезування у хворих з ППВСК.*

Ключові слова: *переломи проксимального відділу стегна; аналіз джерел літератури; соціальна значимість; хірургічне лікування*

Переломи проксимального відділу стегнової кістки (ППВСК) — одна з найбільш поширених причин надходження хворих до травматолого-ортопедичного стаціонару. Найчастіше ці ушкодження виникають у результаті низькоенергетичної травми, наприклад падіння з висоти власного зросту [1, 2]. Зі збільшенням тривалості життя населення збільшується частка людей похилого віку, включно із хронічною соматичною патологією, відповідно, зростає кількість ППВСК. Щорічно в усьому світі реєструється близько 1 700 000 таких випадків [3].

До 2050 р. за збереження основних демографічних тенденцій прогнозується збільшення кількості ППВСК до 6 300 000 випадків щорічно [3]. Ризик виникнення перелому у вертлюговій ділянці протягом життя у чоловіків становить 6 %, а у жінок сягає 18 % [4], у Норвегії 2015 року, за даними національного реєстру ППВСК, співвідношення чоловіків та жінок із переломами цієї ділянки становило 3 : 7 [2]. Середній вік пацієнтів із ППВСК, який у середині 1990-х рр. становив 81 рік, зріс до 82 років у 2015 році [2, 5]. З віком ризик отримати ППВСК зростає: у 50 років він становить 1,8 %, у 60 років — 4 %, у 70 років — 18 %, а у 90 років — 24 % [6]. Крім того, S. Berry [7] повідомив, що у 15 % людей із ППВСК протягом наступних 4 років життя після цієї травми відбувається перелом проксимального відділу контралатеральної стегнової кістки. Все це, безумовно, свідчить про велику соціальну значимість проблеми.

ППВСК поділяють на низькоенергетичні та високоенергетичні ушкодження [8]. Низькоенергетичні ушкодження виникають при незначній травмі (наприклад, падіння з висоти власного зросту). Причиною таких переломів може бути зниження кількості кісткової тканини та зміна її якості при остеопорозі, метастатичних ураженнях кісткової тканини і подібних процесах, що супроводжуються порушенням мікроархітектоніки трабекул, накопиченням їх мікропереломів, збільшенням порозності кортикальної кістки [9], в основному це відбувається у пацієнтів віком понад 60 років. Високоенергетичні ППВСК виникають унаслідок передачі тканинам великої кількості кінетичної енергії, що призводить до значного пошкодження м'яких тканин та кістки; такий

© «Травма» / «Trauma» («Travma»), 2023
© Видавець Заславський О.Ю. / Publisher Zaslavsky O.Yu., 2023

Для кореспонденції: Калашніков О.В., ДУ «Інститут травматології та ортопедії НАМН України», вул. Бульварно-Кудрявська, 27, м. Київ, 01601, Україна; e-mail: Kalashnikov26@ukr.net
For correspondence: O.V. Kalashnikov, State Institution "Institute of Traumatology and Orthopaedics of the NAMS of Ukraine", Bulvarno-Kudriavska st., 27, Kyiv, 01601, Ukraine; e-mail: Kalashnikov26@ukr.net

тип переломів найчастіше зустрічається у пацієнтів молодого віку.

Для більшості пацієнтів з ППВСК така травма означає втрату колишнього ступеня мобільності, а для менш активних пацієнтів — стійку втрату можливості до самообслуговування навіть у межах свого житла. У пацієнтів з уже наявною супутньою патологією та вимушеним періодом іммобілізації до хірургічного лікування ППВСК веде до посилення існуючих соматичних захворювань. Так, за даними P. Haentjens, J. Magaziner (2010), протягом перших трьох місяців після перелому шийки стегнової кістки (ШСК) смертність досягає 5,75 % у жінок та 7,95 % у чоловіків [10]. За даними інших зарубіжних авторів, у 2015 р. смертність протягом першого року після травми при консервативному лікуванні досягала 56,3 % [11].

Слід зазначити, що після оперативного лікування кількість ускладнень та незадовільних функціональних результатів залишається дуже високою та досягає 30 % [12, 13]. Повторні операції після остеосинтезу при ППВСК доводиться виконувати кожному десятому пацієнту [14], що пов'язано як з порушенням методики імплантації металоконструкцій і техніки операції, так і з неправильним післяопераційним веденням хворого. Донедавна в Україні система надання допомоги пацієнтам із ППВСК істотно відрізнялася від аналогічних у країнах Європи та США [15] внаслідок відсутності єдиного протоколу лікування цієї групи хворих. При лікуванні пацієнтів із ППВСК в багатьох регіонах нашої держави зберігалася та зберігається по сьогодні низка невирішених проблем: необґрунтовано тривалий перед- та/або післяопераційний період стаціонарного лікування, відсутність достатньої реабілітаційної підтримки та патронажу медичним персоналом після виписки зі стаціонару, необґрунтоване формування концепції консервативного лікування пацієнтів, яким у країнах Європи та США проводилося б оперативне лікування [11]. Тому вивчення світових літературних джерел з цього приводу є актуальним з наукової та практичної точки зору.

У вітчизняній літературі знайдені поодинокі джерела, у яких приділяється увага розробці клініко-діагностичного підходу до диференційованого застосування різних методів оперативного лікування у хворих з ППВСК [16].

Відомо, що, за даними європейського протоколу, тривалість передопераційного періоду у хворих із ППВСК повинна бути мінімізована (найбільш оптимально — 6–8 годин з моменту надходження до стаціонару у пацієнтів з давністю травми менше ніж 24 години) і не повинна перевищувати 48 годин. Необхідно враховувати, що виконання ендопротезування в нічний час призводить до збільшення числа ускладнень, тому ендопротезування повинно виконуватись у денний час підготовленими бригадами [1, 3, 11]. Проведення пацієнтам із ППВСК оперативного втручання в максимально короткі терміни з моменту надходження до стаціонара після повноцінної їх підготовки дозволяє мінімізувати частоту тромбоемболічних, гіпостатичних, дихальних та кардіальних ускладнень [17]. Будь-яка затримка хірургічного лікування веде до погіршення соматичного стану пацієнта та підвищення ризику виникнення інтра- та післяопераційних ускладнень, до зростання лікарняної смертності та смертності протягом першого року після травми [18]. Таким чином, координація дій персоналу травматолого-ортопедичного відділення стаціонару, відділення інтенсивної терапії, лікарів-консультантів має бути спрямована на корекцію наявної соматичної патології пацієнта та проведення екстреного хірургічного лікування у максимально короткий термін з моменту травми. Крім того, з подовженням передопераційного ліжко-дня зростає загальний та післяопераційний ліжко-день, а також показник повторної госпіталізації протягом місяця [18]. Фактично всі пацієнти з ППВСК віком понад 60 років мають супутні захворювання різного ступеня компенсації; так, до 70 % літніх пацієнтів із ППВСК можуть мати анестезіолого-операційний ризик за ASA 3–4 [19], тому за необхідності проведення інтенсивної передопераційної підготовки пацієнти повинні бути госпіталізовані до відділення реанімації й інтенсивної терапії. Необхідно пам'ятати, що операція, проведена в максимально короткі терміни від моменту надходження, дозволяє знизити кількість критичних ускладнень і значно збільшити виживання у цій групі пацієнтів.

Класифікації та принципи лікування ППВСК

Переломи головки стегнової кістки

У 1957 р. переломовивихи головки стегнової кістки (СК) були **класифіковані за Pipkin** на 4 типи:

I тип — перелом головки СК дистальніше від центральної ямки;

II тип — перелом головки СК проксимальніше від центральної ямки;

III тип — перелом головки СК та її шийки;

IV тип — перелом головки СК, асоційований із переломом ацетабулярної западини [20].

У пацієнтів віком менше ніж 60 років при переломах головки СК рекомендується застосовувати такі методи лікування. При переломах головки дистальніше від ямки головки СК (Pipkin 1) — видалення фрагмента головки. При переломах проксимальніше від ямки головки СК (Pipkin II) — остеосинтез фрагментів головки за допомогою канюльовальних компресуючих гвинтів з можливістю субхондрального їх занурення. При переломах головки, що поєднуються з переломами ШСК (Pipkin III), — первинне тотальне ендопротезування кульшового суглоба (ТЕКС). При переломах головки СК, що поєднуються з переломами вертлужної западини (Pipkin IV), вибір методу лікування визначається типом перелому головки СК. При переломах головки дистальніше від ямки головки СК роблять видалення фрагмента головки та остеосинтез фрагментів вертлюжної западини. При переломах проксимальніше від ямки головки СК виконують остеосинтез фрагментів головки та вертлюжної западини [21].

У пацієнтів віком старше ніж 60 років при переломах типу Pipkin I показано видалення фрагмента головки СК, при переломах типу Pipkin II–III виконують ТЕКС. При переломах типу Pipkin IV необхідно виконати остеосинтез перелому вертлюжної западини та ТЕКС із використанням безцементної або гібридної фіксації. Вибір типу фіксації компонентів ендопротезу визначається видом перелому, якістю фіксації кісткових уламків, ступенем вираженості остеопорозу [21].

Переломи шийки стегнової кістки

Класифікація Гардена (Garden)

Перелом 1-го типу: кут між трабекулами головки та шийки метафіза СК становить понад 160°. Цей вид перелому супроводжується мінімальним порушенням кровообігу та вважається неповним класичним.

Перелом 2-го типу: трабекули та нижній кортикальний шар розірвані, але не зміщені. Прогноз для життєздатності головки стегна відносно сприятливий.

Перелом 3-го типу: супроводжується варусною деформацією ШСК, дистальний фрагмент зберігається в положенні зовнішньої ротації та відведенні, задньонижній блок залишається неушкодженим, утворюється кут, відкритий вперед. Нерідко такі переломи супроводжуються скалковими переломами задньої поверхні шийки.

Перелом 4-го типу: супроводжується розривом усіх трабекулярних зв'язків. На рентгенограмах трабекули головки стегна відносно трабекул метафіза шийки стегна зміщені вниз. Такі переломи часто ускладнюються асептичним некрозом головки стегна [22]. На думку багатьох авторів, ця класифікація дозволяє прогнозувати життєздатність головки СК.

Класифікація Павелса (Pauwels)

Класифікація Павелса передбачає тільки субкапітальні переломи ШСК. У її основі лежить відношення лінії перелому до горизонтальної лінії [23, 24].

Павелс 1: лінія перелому з горизонтальною лінією утворює кут 30°, а зміщують сили, спрямовані на компресію відламків.

Павелс 2: лінія перелому з горизонтальною лінією утворює кут 50°.

Павелс 3: лінія перелому з горизонтальною лінією утворює кут 70°.

До переломів ШСК типу Garden I–II та Pauwels 1 відносять вколочені переломи з вальгусним зміщенням і переломи без зміщення уламків. Ці типи переломів ШСК характеризуються сприятливим прогнозом консолідації уламків через їхню стабільність та характеризуються мінімальними порушеннями кровопостачання головки СК [17]. Проте високий (31 %) ризик вторинних зсувів зумовлює застосування активної хірургічної тактики з остеосинтезом кісткових фрагментів [25].

При остеосинтезі переломів ШСК типу Garden I–II рекомендовано використовувати спонгіозні канюльовані гвинти з шайбами та моноаксіальний екстрамедулярний фіксатор DHS, проте ефективність цих фіксаторів поступається телескопічним гвинтам із кутовою стабільністю. Метааналіз результатів 25 рандомізованих контрольованих досліджень, що включав оцінку результатів лікування 4925 пацієнтів, не виявив переваг спонгіозних канюльованих гвинтів відносно динамічного стегнового гвинта [26]. Низка досліджень [27, 28] показали перевагу використання телескопічних гвинтів з кутовою стабільністю при остеосинтезі переломів ШСК типу Garden I–II перед іншими фіксаторами завдяки деротаційній і кутовій стабільності конструкції. Не рекомендовано використовувати трилопатеві цвяхи або Г-подібні пластини для фіксації кісткових уламків при медіальних переломах ШСК без зміщення [3].

До медіальних переломів Garden III–IV (Pauwels 2–3) відносять переломи ШСК з неповним варусним та/або повним зміщенням з роз'єднанням уламків. Такі переломи мають несприятливий прогноз зрощення внаслідок порушення кровопостачання головки СК, проте у пацієнтів віком менше ніж 60 років можливе виконання остеосинтезу за екстреними показаннями. Остеосинтез у пацієнтів віком до 60 років є операцією вибору, яку можна виконувати з використанням трьох паралельних гвинтів, системи динамічного стегнового гвинта або телескопічних гвинтів з кутовою стабільністю. Доведено однакові результати застосування трьох паралельних гвинтів та системи динамічного стегнового гвинта (навіть без додаткового деротаційного гвинта) [29]. Телескопічні гвинти з кутовою стабільністю мають перевагу завдяки осьовій і ротаційній стабільності гвинтів у пластині [27, 28].

Для пацієнтів віком старше ніж 60 років існує два методи лікування переломів ШСК — з використанням остеосинтезу та з використанням ендопротезування [3]. Фіксацію телескопічними гвинтами з кутовою стабільністю при переломах Garden III рекомендується розглядати як можливу альтернативу ендопротезуванню у пацієнтів з високим ризиком виникнення ускладнень ендопротезування [27, 28]. Оцінка результатів досліджень остеосинтезу телескопічними гвинтами з кутовою стабільністю при переломах Garden III у пацієнтів віком старше ніж 60 років продемонструвала частоту ускладнень 13 %, при цьому у 60 % пацієнтів відбулося зрощення перелому ШСК, головка СК зберігала свою життєздатність, що в поєднанні з металоконструкцією дозволило виключити появу функціональних порушень, у зв'язку з чим хворі відмовлялися від проведення ревізійних операцій [27, 28]. У рандомізованих проспективних дослідженнях [30–34] з порівняння результатів ендопротезування (біполярного та/або тотального) й остеосинтезу (трьома паралельними гвинтами або системою DHS) при лікуванні переломів типу IV за Garden частка ускладнень після виконання остеосинтезу ШСК становила від 34,4 до 50 %, що вимагало виконання повторних операцій у 30–43 % спостережень. Найкращі результати спостерігалися у пацієнтів, яким було виконано ендопротезування (враховувалися: частота повторних операцій, вираженість больового синдрому, суб'єктивна задоволеність пацієнта якістю життя після операції, функціональні результати та частота розвитку ускладнень) [30–34].

Ендопротезування як метод хірургічного лікування може бути обрано за нездатності пацієнта ходити з дозованим навантаженням у післяопераційному періоді. Наведені дослідження [30–34] показали відсутність статистично значимих відмінностей у рівні смертності в перші 12 місяців після операції остеосинтезу або ендопротезування, однак, незважаючи на відсутність відмінностей у рівні смертності при остеосинтезі та ендопротезуванні, визначено тенденцію до збільшення виживання при остеосинтезі у літніх і менш активних пацієнтів [33]. Тотальне ТЕКС при нестабільному переломі ШСК рекомендовано проводити пацієнтам, які можуть пересуватися самостійно, за відсутності виражених порушень когнітивних функцій. У пацієнтів похилого віку з вираженими когнітивними порушеннями перевагу рекомендовано віддавати геміендопротезуванню [35]. У групі функціонально активних пацієнтів віком старше ніж 60 років з активним способом життя до травми ТЕКС супроводжується кращими результатами порівняно з однополюсним біполярним ендопротезуванням [35–37] (оцінці підлягали інтенсивність больового синдрому при ТЕКС, функціональні показники при оцінці з використанням шкал Oxford Hip Score, Barthel Score, Harris Hip Score та шкали якості життя EQ-5D). Істотної різниці в таких показниках, як смертність, тривалість перебування у стаціонарі, ступінь досягнення рівня преморбідної активності, виявлено не було [35].

Використання ендопротезів із подвійною мобільністю може бути рекомендовано при лікуванні пацієнтів з високим ризиком вивиху ендопротезу (наприклад, при наслідках гострого порушення мозкового кровообігу, нервово-м'язових захворюваннях, помірній та тяжкій деменції, епілепсії, інших нейродегенеративних захворюваннях) [38]. В ендопротезах з подвійною мобільністю головка ендопротеза рухається в поліетиленовому вкладиші, який, у свою чергу, рухається в нерухомому ацетабулярному компоненті. Системи з подвійною мобільністю частіше використовують при лікуванні переломів ШСК, пухлинах та ревізійних операціях; у ряді досліджень [36, 39] встановлено, що застосування компонентів з подвійною мобільністю приводить до низької частоти (0–0,88 %) вивихів після ендопротезування. Здавалося б, дві пари тертя зумовлюють необхідність частіших ревізійних втручань, зумовлених зносом компонентів, проте, за даними Національного реєстру ендопротезування Австралії, частота ревізій компонентів з подвійною мобільністю й ендопротезів традиційної конструкції однакова [40]. Рандомізовані дослідження не виявили істотної відмінності в результатах тотального ендопротезування з різними типами фіксації компонентів [41, 42], крім деякої переваги цементного типу фіксації у функціональних результатах через рік після операції та меншої інтенсивності больового синдрому через 3 місяці, 1 та 2 роки після операції [35]. При використанні компонентів ендопротезу з безцементною фіксацією у пацієнтів віком більше ніж 70 років вищий ризик виникнення перипротезних переломів під час операції та в післяопераційному періоді, нижчі функціональні показники через 6 тижнів [35, 43].

Черезвертлюгові переломи

Щодо класифікації черезвертлюгових переломів найбільш вживаною сьогодні вважається **класифікація АО** [44]:

A — перелом вертлюгової зони, черезвертлюговий, простий.

A1 — лінія перелому йде уздовж міжвертлюгової лінії.

A2 — лінія перелому проходить через великий вертлюг.

A3 — лінія перелому йде нижче від малого вертлюга.

A2 — перелом вертлюгової зони, черезвертлюговий скалковий: 1 — проміжний фрагмент; 2 — два або кілька проміжних фрагментів; 3 — продовження лінії перелому нижче від малого вертлюга на 1 сантиметр.

A3 — перелом вертлюгової зони, міжвертлюговий: 1 — простий, косий; 2 — простий поперечний; 3 — скалковий.

До стабільних черезвертлюгових переломів відносять переломи типу 31A 1.2 за класифікацією АО [44] з можливістю забезпечення медіальної опори (малий вертлюг інтактний). Рентгенологічним критерієм стабільності є переривання медіального кортикального шару лише на одному рівні. Кісткові уламки при стабільних черезвертлюгових переломах можуть бути фіксовані за допомогою як кісткового фіксатора (DHS), так і ЦМФ (проксимального стегнового штифта), конструкція яких дозволяє трансформувати сили зрізу на лінії перелому в сили міжфрагментарної компресії [44]. Переваг методики остеосинтезу DHS над ЦМФ виявлено не було, проте встановлено, що при фіксації стабільних черезвертлюгових переломів за допомогою DHS обсяг крововтрати та тривалість операції були меншими порівняно із застосуванням ЦМФ [45 47]. Відповідно до огляду британського гайдлайна NICE [1], імплантація ЦМФ супроводжувалася вищою частотою як виникнення інтраопераційних переломів БК, так і періімплантним переломом у віддаленому післяопераційному періоді [48, 49].

До нестабільних черезвертлюгових переломів відносять переломи 31A1.3, 31A2 за класифікацією АО [44]; такі переломи характеризуються скалковим характером із пошкодженням медіальної опори. При оцінці результатів остеосинтезу за допомогою DHS і ЦМФ нестабільних черезвертлюгових переломів з відривом малого вертлюга, але без залучення підвертлюгової зони (АО 31A1.3, 31A2) було виявлено переваги ЦМФ [46, 50]. Зарубіжні автори стверджують, що проведення ЦМФ супроводжується кращими функціональними результатами та коротшим періодом відновлення функції й опороздатності травмованої кінцівки [46]. Для профілактики періімплантних переломів рекомендується використовувати версії цефаломедулярного

фіксатора довжиною не менше ніж 240 мм [51–53]. У пацієнтів віком старше ніж 60 років при використанні цефаломедулярних штифтів із шийним елементом у вигляді спірального клинка ризик прорізування імплантата нижчий [53–56].

Залишається дискусійним застосування тотального ендопротезування кульшового суглоба як методу вибору у хворих з черезвертлюговими переломами. У роботі, що була виконана в ДУ «ІТО НАМНУ» (кандидатська дисертація Л.М. Юрійчука), автор розширив показання до виконання тотального ендопротезування при черезвертлюгових переломах у пацієнтів похилого та старечого віку [57].

Таким чином, аналіз даних вітчизняної та зарубіжної літератури показує, що, незважаючи на певні успіхи та прогрес у травматології й ортопедії, проблема лікування переломів проксимального відділу стегнової кістки залишається однією з найскладніших і ще далека від вирішення. До цього часу не вироблено єдиної думки про оптимальні засоби фіксації, показання до окремих видів остеосинтезу чи ендопротезування. Розробка диференційованого підходу до лікування переломів проксимального відділу стегнової кістки дозволить повернути пацієнта до повноцінного життя та підвищити його якість.

Висновки

Незважаючи на велику кількість літературних джерел, остаточно не розроблений диференційований підхід до застосування окремих видів остеосинтезу чи ендопротезування у хворих із переломами проксимального відділу стегнової кістки.

Конфлікт інтересів. Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів та власної фінансової зацікавленості при підготовці даної статті.

Список літератури

1. Brauer C.A., Coca-Perraillon M., Cutler D.M., Rosen A.B. Incidence and mortality of hip fracturesin the United States. JAMA. 2009. 32(14). 1573-79.

2. Kjaervik C., Stensland E., Byhring H.S., Gjertsen J.E., Dybvik E., Soreide O. Hip fracture treatment in Norway. Bone & Joint Open. 2020. 1(10). 644-653. DOI: 10.1302/2633-1462.110.BJO-2020-0124.R1.

3. Roberts K.C., Brox W.T., Jevsevar D.S., Sevarino K. Management of hip fractures in the elderly. J. Am. Acad. Orthop. Surg. 2015 Feb. 23(2). 131-7. DOI: 10.5435/JAAOS-D-14-00432.

4. Gillespie W.J. Hip fracture. BMJ. 2001. 322. 968-975. DOI: 10.1136/bmj. 322.7292.968.

5. Meyer A.C., Hedström M., Modig K. The Swedish Hip Fracture Register and National Patient Register were valuable for research on hip fractures: comparison of two registers J. Clin. Epidemiol. 2020 Sep. 125. 91-99. DOI: 10.1016/j.jclinepi.2020.06.003.

6. Honton J.L., Pacarel X., Ouply L. Epidemiology of femoral transcervical fractures. Rev. Chir. Orthop. Reparatrice Appar. Mot. 1986. 72(1). 6-9.

7. Beery S.O., Samelson E.J., Hannan M.T., McLean R.R. Second hip fracture in older men and women. Arch. Intern. Med. 2007. 8(167). 1971-6. DOI: 10.1001/archinte.167.18.1971.

8. Yoo Je-hyun, Seok-woo Kim, Yoon-hae Kwak, Hong-kyun Kim, Ji-hyo H., Jung-uk K., Sung-in Hong. Low energy fractures: what is the difference? Specific features and clinical outcomes by minimally invasive locking plates. Biomedical Research. 2017. 28(1). 5-10.

9. Cummings S.R., Nevitt M.C., Cummings S.R. A hypothesis: the causes of hip fractures. J. Gerontol. 1989. 44. 107-111.

10. Haentjens P., Magaziner J., Colón-Emeric C.S. Meta-analysis: excess mortality after hip fracture among older women and men. Ann. Intern. Med. 2010. 152. 380. DOI: 10.7326/0003-4819-152-6-201003160-00008.

11. Moulton L.S., Green N.L., Sudahar T., Makwana N.K., Whittaker J.P. Outcome after conservatively managed intracapsular fractures of the femoral neck. Ann. R. Coll. Surg. Engl. 2015. 97(4). 279-82. DOI: 10.1308/003588415X14181254788809.

12. Шаповалов В.М., Хоминец В.В., Михайлов С.В., Шакун Д.А. Выбор рациональной методики хирургического лечения больных с переломами проксимального отдела бедренной кости. Военно-медицинский журнал. 2011. 4. 40-47.

13. Bojan A.V., Beimel C. Critical factors in cut-out complication after gamma nail treatment of proximal femoral fracture. BMC Musculoskelet. Oisord. 2013. 14. 1. DOI: 10.1186/1471-2474-14-1.

14. Bjorgul K., Reikeras O. Outcome after treatment of complications of Gamma nailing: a prospective study of 554 trochanteric fractures. Acta Orthop. 2007 Apr. 78(2). 231-5. DOI: 10.1080/17453670710013735.

15. Воронцова Т.Н., Богопольская А.С., Черный А.Ж. Структура контингента больных с переломами проксимального отдела бедра и расчет среднегодовой потребности в экстренном хирургическом лечении. Травматология и ортопедия России. 2016. 1. 7-20.

16. Ананко А.А., Бабко А.Н. Современная травматологическая тактика при проксимальных переломах бедренной кости (обзор немецкой литературы). Український медичний часопис. 2007. 1(57). 75-80.

17. Shiga T., Wajima Z., Ohe Y. Is operative delay associated with increased mortality of hip fracture patients. Systematic review, meta-analysis and meta-regression. Canadian Journal of Anesthesia. 2008. 55. 146-54. DOI: 10.1007/BF03016088.

18. Novack Y., Jotkowitz A., Etzion O., Porath A. Does delay in surgery after hip fracture lead to worse outcomes? A multicenter survey. Int. J. Qual. Health Care. 2007. 19(3). 170-176. PMID: 17309897.

19. Pioli G., Barone A., Giusti A., Oliveri M., Pizzonia M., Razzano M. et al. Predictors of mortality after hip fracture: results from 1-year follow-up. Aging Clin. Exp. Res. 2006. 18. 381-7. DOI: 10.1007/BF03324834.

20. Pipkin G. Treatment of grade IV fracture-dislocation of the hip. A review. J. Bone Joint Surg. [Am]. 1957. 39. 1027-1042. PMID: 13475403.

21. Asghar F.A., Karunakar M.A. Femoral head fractures: diagnosis, management, and complications. Orthop. Clin. N. Am. 2004. 35. 463-72. DOI: 10.1016/j.ocl.2004.05.004.

22. Garden R.S. Low-angle fixation in fractures of the femoral neck. J. Bone Joint Surg. 1961. 43B. 647. DOI: 10.1302/0301-620x.43b4.647.

23. Анкин Н.Л., Анкин Л.Н. Травматология. Европейские стандарты диагностики и лечения. Киев: Книга-плюс, 2012. 464 с.

24. Корнилов Н.В. Травматология и ортопедия: руководство для врачей: в 4 т. СПб.: Гиппократ, 2006. Т. 4. 622 с.

25. Dan-Feng Xu, Fang-Gang Bi, Chi-Yuan Ma, Zheng-Fa Wen, Xun-Zi Cai. A systematic review of undisplaced femoral neck fracture treatments for patients over 65 years of age, with a focus on union rates and avascular necrosis. J. of Orthopaedic Surgery and Research. 2017. 12. 28. DOI: 10.1186/s13018-017-0528-9.

26. Parker M., Blundell C. Choice of implant for intemal fixation of femoral neck fractures — meta analysis of 25 randomised trials including 4925 patients. Acta Orthop. Scand. 1998. 69(2). 138-43. DOI: 10.3109/17453679809117614.

27. Дубров В.Э., Юдин А.В., Сапрыкина К.А., Рагозин А.О., Зюзин Д.А. Оперативное лечение переломов шейки бедренной кости с использованием динамического деротационного остеосинтеза у пациентов старшей возрастной категории. Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2016. 4. 5.

28. Parker M., Cawley S., Palial Y. Internal fixation of intracapsular fractures of the hip using a dynarnic locking plate Two-year follow-up of 320 patients. J. Bone Joint. 2013. 95-B. 1402-5.

29. Zhang L.L., Zhang Y., Ma X., Liu V. Multiple cannulated screws dynamic hip screws of femoral neck fractures: A meta-analysis. Orthopade. 2017 Nov. 46(11). 954-962. DOI: 10.1007/sOO132-017-3473-8.

30. Bray T.J., Smith-Hoefer E., Hooper A., Timmerman L. The displaced femoral neck fracture. Internal fixation versus bipolar endoprosthesis. Results of a prospective, randomized comparison. Clin. Orthop. Relat. Res. 1988. (230). 127-140. PMID: 3365885.

31. Davison J.N., Calder S., Anderson G.H. Treatment for displaced intracapsular fracture of the proximal femur. A prospective, randomised trial in patients aged 65 to 79 years. J. Bone Joint Surg. Br. 2001. 83. 206-212. DOI: 10.1302/0301-620x.83b2.11128.

32. Frihagen F., Nordsletten L., Madsen J.E. Hemiarthroplasty or internal fixation for intracapsular displaced femoral neck fractures: randomised controlled trial. BMJ. 2007. 335(7632). 1251-4. PMID: 18056740.

33. Parker M.J., Khan R.J., Crawford J., Pryor A. Hemiarthroplasty versus internal fixation for displaced intracapsu1ar hip fractures in the elderly. A randomised trial of 455 patients. J. Bone Joint Surg. Br. 2002. 84(8). 150-155. PMID: 12463661.

34. Rogmark C., Carlsson A., Johnell O., Sernbo I. A prospective randomised trial of internal fixation versus arthroplasty for displaced fractures of the neck of the femur. Functional outcome for 450 patients al two years. J. Bone Joint. Surg. Br. 2002. 84(2). 183-188. PMID: 11922358.

35. National Institute for Health and Clinical Excellence: Guidance. The Management of Hip Fracture in Adults [Internet], London: Royal College of Physicians (UK). 2011. PMID: 22420011.

36. Hedbeck C.J., Enocson A., Lapidus G. Comparison of bipolar hemiarthroplasty with total hip arthroplasty for displaced femoral neck fractures: a concise four-year follow-up of a randomized trial. J. Bone Joint Surg. Am. 2011. 93(5). 445-450. PMID: 21368076.

37. Macalay W., Nellans K.W., Lorio R., Garvin K.L., Healy W.L., Rosenwasser M.P. Total hip arthroplasty is less painful al 12 months compared with hemiarthroplasty in treatment of displaced femoral neck fracture. HSS J. 2008. 4. 48-54. PMID: 18751862.

38. Combes A., Migaud H., Girard I., Oubamel A., Fessy M.H. Low Rate of Dislocation of Dual-mobility Cups in Primary. Total Hip Arthroplasty Clin. Orthop. Relat. Res. 2013. 471. 3891-900. DOI: 10.1007/s11999-013-2929-3.

39. Epinette A., Beracassat R., Tracol P., Pagazani O., Yandenbussche E. Are modem dual mobility cups a valuable option in reducing instability after primary hip arthroplasty, even in younger patients? Arthroplasty. 2014. 29. 1323-8. PMID: 24444567.

40. Steiger R.N., Graves S.E. Orthopaedic registries: the Australian experience. Open Rev. 2019. 4. DOI: 10.1302/2058-5241.4.180071.

41. Deangelis P., Ademi A., Staff L., Lewis C.O. Cemented versus uncemented hemiarthroplasty for displaced femoral neck fractures: a prospective randomized trial with early follow-up. Orthop. Trauma. 2012. 26(3). 135-140. PMID: 22198652.

42. Figved W., Opland V., Frihagen F., Jervidalo T., Madsen E., Nordsletten L. Cemented versus uncemented hemiarthroplasty for displaced femoral neck fractures. Clin. Orthop. Relat. Res. 2009. 467(9). 2426-2435. DOI: 10.1007/s11999-008-0672-y. PMID: 19130162.

43. Taylor F., Wright M., Zhu M. Hemiarthroplasty of the Hip with and without Cement: A Randomized Clinical Trial. J. Bone Joint Surg. 2012. 999(2). 577-583. PMID: 23064652.

44. Мюллер М.Е., Альговер М., Шнайдер Р., Виллингер Х.М. Руководство по внутреннему остеосинтезу. Спрингер-Верлаг. 1996. 750 с.

45. Socci A.R., Casemyr N.E., Leslie M.P., Baumgaertner M.R. lmplant options for the treatment of intertrochanteric fractures ofthe hip. Bone Joint J. 2017. 99-B. 128-33. DOI: 10.1302/0301-620X.99B1.BJJ-2016-0134.R1.

46. Ahrengart L., Törnkvist H., Fornander P., Thorngren K.-G., Pasanen L., Honkonen S. et al. A randomized study of the compression hip screw and Gamma nail in 426 fractures. Clin. Orthop. Relat. Res. 2002 Aug. (401). 209-22. DOI: 10.1097/00003086-200208000-00024.

47. Utrilla A., Reig J., Muñoz F., Tufanisco C. Trochanteric gamma nail and compression hip screw for trochanteric fractures. A randomized, prospective, comparative study in 210 elderly patients with a new design of the gamma nail. J. Orthop Trauma. 2005. 19(4). 229-33. DOI: 10.1097/01.bot.0000151819.95075.ad.

48. Varela-Egocheaga J.R., Iglesias-Colao R., Suarez-Suarez M.A., Femandez-Villan M., Gonzalez Sastre V., Murcia-Mazon A. Minimally invasive osteosynthesis in stable trochanteric fractures: a comparative study between Gotfried percutaneous compression plate and Gamma 3 intramedullary nail. Arch. Orthop. Tгauma Surg. 2009. 129(10). 1401-07. DOI: 10.1007/s00402-009-0955-0.

49. Ekstrom W., Karlsson-Thur C., Larsson S., Ragnarsson B., Alberts K.A. Functional outcome in treatment of unstable trochanteric and subtrochanteric fractures with the proximal femoral nail and the Medoff sliding plate. J. of Orthopaedic Trauma. 2007. 21(1). 18-25. DOI: 10.1097/BOT.0b013e31802b41cf.

50. Verettas O.A., Ifantidis P., Chatzipapas C.N. Systematic effects of surgica1 treatment of hip fractures: gliding screw-plating intramedullary nailing. Injury. 2010. 41(3). 279-284. PMID: 20176167.

51. Bojan A., Beimel C., Speitling A., Taglang G., Ekholm C., Jönsson A. 3066 consecutive Gamma Nails. 12 years experience at a single centre. BMC Musculoskelet Oisord. 2010. 11. 133-43. DOI: 10.1186/1471-2474-11-133.

52. Dunn J., Kusnezov N., Bader J., Waterman B.R., Orr J., Belmont Ph.J. Long versus short cephalomedullary nail for trochanteric femur fractures (OTA 31-AI, A2 and A3): a systematic review. J. Orthop. Traumatol. 2016 Dec. 17(4). 361-367. DOI: 10.1007/s10195-016-0405-z.

53. Herrera A., Domingo L.J., Calvo A., Martinez A., Cuenca A. A comparative study of trochanteric fractures treated with the Gamma nail or the proximal femoral nail. International Orthopaedics (SICOT). 2002. 26. 365-9. DOI: 10.1007/s00264-002-0389-6.

54. Parker M.J., Handoll H.H. Gamma and other cephalocondylic intramedullary nails versus extramedullary implants for extracapsular hip fractures in adults. Cochrane Database Syst. Rev. 2010 Sep 8. (9). DOI: 10.1002/14651858.CD000093.pub5.

55. Simmermacher R.K., Ljungqvist J., Bail H., Hockertz T., Vochte A.J., Ochs U., Werken C., AOPFNA study group. The new proximal femoral nail antirotation (PFNA) in daily practice: results of a multicentre clinicalstudy. Injury. 2008. 39. 932-9.

56. Stem R., Liibbeke A., Suva O., Miozzari H., Hoffmeyer P. Prospective randomised study comparing screw versus helical blade in the treatment of low-energy trochanteric fractures. Int. Orthop. 2011. 35(12). 1855-61.

57. Юрійчук Л.М. Ендопротезування кульшового суглоба у хворих похилого та старечого віку з черезта міжвертлюговими переломами стегнової кістки [автореферат дис. на здобуття наук. ступ. канд. мед. наук]. Київ: ДУ «Інститут травматології та ортопедії НАМН України», 2009. 24 с.

Отримано/Received 06.01.2023
Рецензовано/Revised 13.01.2023
Прийнято до друку/Accepted 20.01.2023

A.V. Kalashnikov[1], Yu.V. Lazarenko[2], O.V. Kalashnikov[1]
[1]State Institution "Institute of Traumatology and Orthopaedics of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine", Kyiv, Ukraine
[2]Military Medical Clinical Center of the Central Region, Vinnytsia, Ukraine

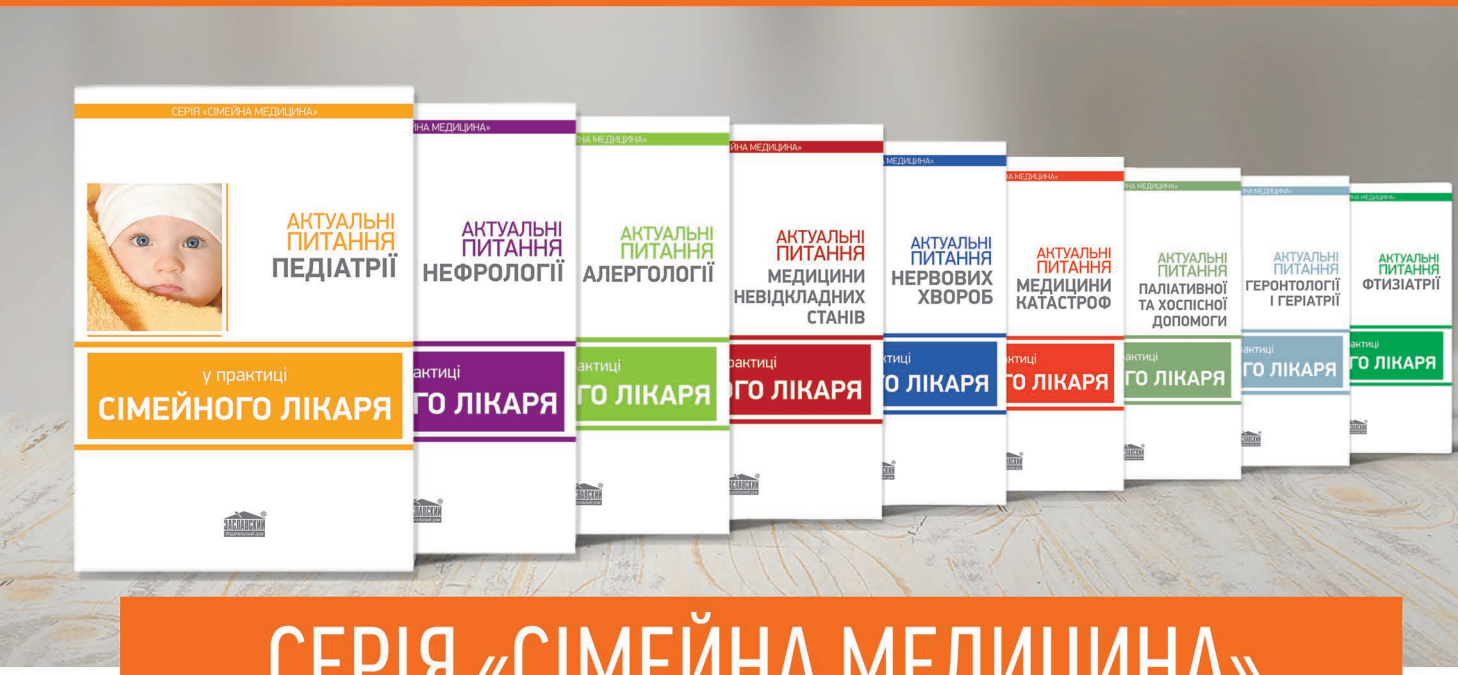
Proximal femoral fractures: social significance and surgical treatment (review of literature sources)

Abstract. Proximal femoral fracture (PFF) is one of the most common causes of admission to trauma and orthopedic hospital. As the life expectancy of the population increases, the share of elderly people, including those with chronic somatic pathology, increases; accordingly, the number of registered PFF increases. About 1,700,000 cases of PFF s are reported worldwide each year. All this certainly indicates the great social significance of this problem. We have conducted an analysis of the sources of world literature on the social significance and surgical treatment in this category of patients. It was found that despite the large number of literature sources, a differentiated approach to the use of certain types of osteosynthesis or arthroplasty has not been definitively developed.

Keywords: proximal femoral fractures; analysis of literature sources; social significance; surgical treatment

ВЖЕ У ПРОДАЖУ!

AKSIMED.UA (044) 390-0055



СЕРІЯ «СІМЕЙНА МЕДИЦИНА»

Інститут сімейної медицини Національного університету охорони здоров'я України імені П.Л. Шупика спільно з Видавничим домом «Заславський» вперше в Україні започаткував проєкт — серію навчальних посібників «Сімейна медицина», за загальною редакцією академіка НАМН України, професора Ю.В. Вороненка, професора О.Г. Шекери та завідувачів кафедр Національного університету охорони здоров'я України імені П.Л. Шупика, за актуальними напрямками сімейної медицини. Підготовкою матеріалів кожного навчального посібника займаються кращі фахівці післядипломної освіти України.

Посібники рекомендовані до друку вченою радою Національного університету охорони здоров'я України імені П.Л. Шупика та Центральним методичним кабінетом з вищої медичної освіти МОЗ України.

В РАМКАХ СЕРІЇ «СІМЕЙНА МЕДИЦИНА» ВЖЕ ВИЙШЛИ У СВІТ ТАКІ КНИГИ:

- Актуальні питання **педіатрії** у практиці сімейного лікаря.
- Актуальні питання **нервових хвороб** у практиці сімейного лікаря.
- Актуальні питання **нефрології** у практиці сімейного лікаря.
- Актуальні питання **геронтології та геріатрії** у практиці сімейного лікаря.
- Актуальні питання **медицини невідкладних станів** у практиці сімейного лікаря.
- Актуальні питання **фтизіатрії** у практиці сімейного лікаря.
- Актуальні питання **алергології** у практиці сімейного лікаря.
- Актуальні питання **акушерства** у практиці сімейного лікаря
- Актуальні питання **паліативної та хоспісної допомоги** у практиці сімейного лікаря.
- Актуальні питання **радіаційної медицини** у практиці сімейного лікаря.
- Актуальні питання **медицини катастроф** у практиці сімейного лікаря.
- Актуальні питання **серцево-судинних хвороб** у практиці сімейного лікаря.
- Актуальні питання **внутрішніх хвороб** у практиці сімейного лікаря.
- Актуальні питання **психіатрії** у практиці сімейного лікаря.
- Актуальні питання **офтальмології** у практиці сімейного лікаря.
- Актуальні питання **ендокринології** у практиці сімейного лікаря.
- Актуальні питання **гінекології** у практиці сімейного лікаря.

БУКВАМЕД
медична література

Книги можна замовити в інтернет-магазині «Буквамед»

www.bookvamed.com.ua

або за телефоном: **+38 (067) 325-10-26**