

Національна академія медичних наук України
Державна установа «Інститут патології хребта та суглобів імені професора
М. І. Ситенка Національної академії медичних наук України»

БЕЦЬ ІРИНА ГРИГОРІВНА

УДК 616.717/718-001.5-089.2.27.84

**ТАКТИКА ЛІКУВАННЯ УШКОДЖЕНЬ
ДИСТАЛЬНИХ МЕТАЕПІФІЗІВ ДОВГИХ КІСТОК
НА ОСНОВІ ПРИНЦИПІВ БІОЛОГІЧНОЇ ФІКСАЦІЇ**

14.01.21 – травматологія та ортопедія

Автореферат

дисертації на здобуття ступеня
доктора медичних наук



Харків –2020

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Державній установі «Інститут патології хребта та суглобів імені професора М. І. Ситенка Національної академії медичних наук України».

Науковий консультант: доктор медичних наук, професор
заслужений діяч науки і техніки України
КОРЖ Микола Олексійович
Державна установа «Інститут патології хребта та суглобів імені професора М. І. Ситенка Національної академії медичних наук України»,
директор

Офіційні опоненти: доктор медичних наук, професор
ГОЛКА Григорій Григорович
Харківський національний медичний
університет МОЗ України, завідувач
кафедри травматології та ортопедії

доктор медичних наук, професор
АНКІН Микола Львович
Національна медична академія
післядипломної освіти імені П.Л. Шупика
МОЗ України, завідувач кафедри
травматології та ортопедії № 2

доктор медичних наук, професор
ГОЛОВАХА Максим Леонідович
Запорізький державний медичний
університет МОЗ України, завідувач
кафедри травматології та ортопедії

Захист відбудеться « 4 » вересня 2020 р. об 11.30 на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.607.01 Державної установи «Інститут патології хребта та суглобів імені професора М. І. Ситенка Національної академії медичних наук України» (61024, м. Харків, вул. Пушкінська, 80).

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Державної установи «Інститут патології хребта та суглобів імені професора М. І. Ситенка Національної академії медичних наук України» (61024, м. Харків, вул. Пушкінська, 80).

Автореферат розісланий « 4 » серпня 2020 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради
доктор медичних наук



С. С. Бондаренко

Актуальність теми. Інтенсивний розвиток травматології закономірно породжує проблемні питання, одним з яких є значна кількість незадовільних результатів лікування внутрішньосуглобових і навколосуглобових переломів (Гайко Г. В. та ін., 2010; Корж М. О. та ін., 2010), які в разі ушкоджень дистальних метаепіфізів довгих кісток (ДМЕДК) досягають 54 % (Caloria M. et al., 2010).

Найпоширенішими у світі методиками лікування переломів (особливо внутрішньосуглобових) є відкрита репозиція відламків і металоостеосинтез. Більшість ускладнень лікування (як ранніх інфекційно-некротичних, так і пізніх порушень регенерації) пов'язана саме зі застосуванням вказаних технологій. Частина клініцистів вважають, що причиною ускладнень є порушення методики остеосинтезу, інші акцентують увагу на тяжкості ушкодження тканин, звертають увагу на низку внутрішніх і зовнішніх чинників, які можуть негативно впливати на результат лікування (Мюллер М.Е. та ін., 1996; Анкін Л.М., 2005). Незважаючи на досконалість наявних засобів і технологій внутрішньої фіксації, некоректно ігнорувати травматичність цих методик (навіть за умов бездоганного технічного виконання), що негативно впливає на життєздатність і регенераційний потенціал ушкоджених тканин (Попсуйшапка А.К. та ін., 2014).

Ми вважаємо, що унікальні можливості технологій АО/ASIF можуть бути реалізовані виключно на основі детального зваженого аналізу класифікаційних ознак та індивідуальних особливостей ушкоджень (тяжкість травми тканин, імпресійні деструкції суглобових поверхонь), загального стану хворого, його мотивації та здатності до співпраці, що є основою об'єктивного прогнозування результату.

Концептуально такий підхід може суттєво зменшити частку відкритих технологій у лікуванні ушкоджень ДМЕДК, що передбачає розширення використання малоінвазивних біологічно виправданих технологій, у першу чергу позавогнищевого остеосинтезу (Литвишко В. О., 2016). При цьому очевидно, що закриті технології лікування мають дещо обмежені репозиційні можливості та потребують відповідних строків лікувальної іммобілізації. Це, у свою чергу, обумовлює підвищену увагу до реабілітаційного етапу лікування, на якому бажано використати ефект функціонального ремоделювання ушкоджених суглобових поверхонь. Цей ефект, помічений клінічно, необхідно ретельно вивчити й експериментально обґрунтувати. Крім того, процес функціональної реабілітації потребує забезпечення раціональними засобами функціонального ортезування (Стойко И. В., 2015).

Теоретичні аспекти остеосинтезу, у тому числі й позавогнищевого, теж містять низку проблемних питань, зокрема пов'язаних із впливом взаємної рухомості відламків кістки на репаративний процес. Широко вживані поняття та терміни «мікрорухомість», «стимулююча рухомість», «відносна стабільність» мають вкрай недостатню доказову базу відносно амплітуди переміщень, зв'язку з локалізацією та характером ушкоджень, стадією репаративного процесу тощо. Ці питання теж потребують подальших досліджень.

Таким чином, зазначене свідчить про актуальність досліджень,

спрямованих на удосконалення тактики і технологій лікування внутрішньосуглобових і навколосуглобових ушкоджень дистальних метаепіфізів довгих кісток.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційна робота виконана відповідно до плану науково-дослідних робіт Державної установи «Інститут патології хребта та суглобів імені професора М.І. Ситенка Національної академії медичних наук України», («Розробити систему організаційних та лікувальних заходів для зменшення негативних наслідків травматичних та бойових ушкоджень довгих кісток», шифр теми ЦФ.2019.3, держреєстрація № 0118U006951. За темою автором проведено ретроспективне дослідження причин тяжких незворотних ускладнень остеосинтезу метаепіфізарних ушкоджень довгих кісток, аналіз кількісно-якісних співвідношень застосовуваних технологій лікування, проаналізовано результати власних експериментальних та клінічних досліджень, розроблені практичні рекомендації щодо обґрунтованого вибору біологічно виправданих технологій лікування за умов ушкодження дистальних метаепіфізів довгих кісток).

Мета дослідження: покращити результати лікування ушкоджень дистальних метаепіфізів довгих кісток шляхом застосування об'єктивних критеріїв прийняття тактичних рішень, у відповідності з принципами біологічної фіксації.

Завдання дослідження:

1. Шляхом ретроспективного клінічного дослідження встановити кількісно-якісне відношення технологій лікування, які застосовують у разі ушкоджень дистальних метаепіфізів довгих кісток.

2. Провести аналіз результатів та причин ускладнень хірургічного лікування внутрішньосуглобових та навколосуглобових переломів.

3. Вивчити характер внутрішніх напружень та відносних деформацій системи «ушкоджений сегмент – фіксатор» в умовах накісткового та позавогнищевого остеосинтезу, визначити об'єктивні критерії вибору технологій лікування.

4. Вивчити динаміку змін амплітуди взаємних переміщень кісткових відламків під впливом добольових функціональних навантажень у процесі зрощення переломів кісток гомілки в умовах застосування апаратів зовнішньої фіксації.

5. В експерименті *in vivo* дослідити особливості регенерації кісткової і хрящової тканини після стандартизованих внутрішньосуглобових травматичних ушкоджень і встановити оптимальні часові параметри проведення функціонального лікування.

6. Провести лікування пацієнтів групи дослідження із вказаною патологією відповідно до запропонованої тактики, проаналізувати його результати.

7. Сформулювати практичні рекомендації відносно тактики і технологій лікування ушкоджень дистальних метаепіфізів довгих кісток.

Об'єкт дослідження – переломи дистальних метаепіфізів довгих кісток.

Предмет дослідження – принципи біологічного остеосинтезу, накістковий і позавогнищевий остеосинтез, мікрорухомість відламків, функціональне ремоделювання в разі внутрішньосуглобових переломів, тактика, технології лікування та реабілітації ушкоджень дистальних метаепіфізів довгих кісток.

Методи дослідження: ретроспективні клінічні дослідження — для встановлення реальних кількісно-якісних співвідношень технологій лікування ушкоджень дистальних метаепіфізів довгих кісток (за результатами аналізу карток стаціонарних хворих травматологічних відділень м. Харкова), аналізу ускладнень і показників інвалідності; біомеханічні — для обґрунтування вибору тактики і технологій лікування ушкоджень дистальних метаепіфізів довгих кісток; експериментально-біологічні дослідження на лабораторних тваринах — для визначення оптимальних строків початку функціонального лікування та вивчення формоутворюючих можливостей за умов внутрішньосуглобових переломів; клініко-експериментальне дослідження мікрорухомості відламків кісток в умовах зовнішньої фіксації — для вивчення реальних числових параметрів взаємодії в системі «зовнішній фіксатор – ушкоджений сегмент» і біологічних наслідків цієї взаємодії; клінічні — для клінічного обґрунтування запропонованої тактико-технологічної концепції лікування ушкоджень дистальних метаепіфізів довгих кісток; рентгенологічний, комп'ютерно-томографічний — для встановлення діагнозу, визначення лінії перелому, розташування відламків, оцінювання результатів; технології оцінки клінічних результатів; статистичні — для об'єктивізації отриманих результатів.

Наукова новизна одержаних результатів. На підставі аналітичних ретроспективних клінічних досліджень уперше встановлені кількісно-якісні співвідношення технологій лікування переломів дистальних метаепіфізів довгих кісток, які застосовують сьогодні (внутрішня фіксація — 61 %, зовнішня — 20 %, фіксаційний метод і скелетне витягнення — 19 %). Подібний тактичний підхід до лікування вказаної категорії хворих дозволив отримати добрі результати в 44 % випадків, задовільні — у 24 %, незадовільні — у 32%. Доведено, що незадовільні результати, у першу чергу, обумовлені ускладненнями внаслідок необґрунтованого розширення показань до використання методів внутрішньої фіксації.

Шляхом біомеханічних досліджень математичних моделей переломів дистального метаепіфіза стегнової кістки проведено аналіз внутрішніх напружень та відносних деформацій в умовах накісткового та позавогнищєвого остеосинтезу за умов найтипівіших навантажень. Доведено переваги накісткового остеосинтезу в разі перелому типу С1, а у випадку переломів типу С3 визначено ефективніше обмеження рівня напружень у кісткових фрагментах і величини відносних деформацій регенерату за умов позавогнищєвого остеосинтезу.

Уперше в результаті клініко-експериментального дослідження вивчено зміни амплітуди переміщень відламків великогомілкової кістки та добольових навантажень на гомілку в процесі лікування методом позавогнищєвого

остеосинтезу. Доведено, що протягом перших 10 тижнів після операції амплітуда взаємних переміщень відламків зменшилась від $(2,3 \pm 0,2)$ мм до $(0,8 \pm 0,2)$ мм, добольові навантаження зросли від (210 ± 15) Н. Встановлено, що використання однобічних стрижневих апаратів дозволяє отримати надійну фіксацію фрагментів кістки разом із реалізацією стимулювального впливу взаємних переміщень відламків за добольових функціональних навантажень.

На підставі експериментів *in-vivo* уперше доведено, що за наявності внутрішньосуглобових ушкоджень дистальних метаепіфізів довгих кісток на фоні застосування закритих технологій репозиції та фіксації відламків функціональне лікування слід починати не раніше початку п'ятого та не пізніше шостого тижня після травми, що є основною умовою реалізації ефекту функціонального ремоделювання ушкоджених суглобових поверхонь.

Дістала подальшого розвитку теорія селективного індивідуального підходу щодо вибору методів лікування переломів дистальних метаепіфізів довгих кісток із використанням біологічно виправданих технологій, що базується на результатах ретроспективного та проспективного аналізу клінічного матеріалу, із суттєвим покращенням загальних результатів лікування та зменшенням відсотку ускладнень хірургічного лікування.

Практична значимість отриманих результатів. Запропоновані нові ефективні технології лікування ушкоджень дистальних метаепіфізів довгих кісток, які дозволяють отримати оптимальні функціональні результати. Доведена доцільність ширшого використання консервативних методів лікування (фіксаційного та скелетного витягнення) та методу зовнішньої фіксації на базі стрижневих апаратів, що дало змогу суттєво зменшити кількість незадовільних результатів, зокрема, гнійно-некротичних ускладнень і порушень кісткової регенерації.

Обґрунтовані показання до відкритої репозиції та внутрішньої фіксації, які передбачають ретельне передопераційне планування з урахуванням не лише формальних класифікаційних ознак перелому, а й індивідуальних особливостей ушкодження та пацієнта. Доведено, що за внутрішньосуглобових ушкоджень типу С1 слід віддавати перевагу накістковому остеосинтезу, а за багатовідламкових переломів та імпресійних деструкцій суглобової поверхні типу С3 — позавогнищевій фіксації.

Розроблені та застосовані в клінічній практиці технології позавогнищєвого остеосинтезу, а також обґрунтовані показання до консервативних і хірургічних методів фіксації, які відповідають біологічним принципам лікування переломів, дозволяють здійснювати індивідуальний підхід, обрати оптимальну лікувальну тактику та підвищити якість лікування пацієнтів із переломами дистальних метаепіфізів довгих кісток.

Використання запропонованих положень щодо функціонального лікування з урахуванням динаміки змін амплітуди взаємних переміщень кісткових відламків і добольових навантажень на ушкоджений сегмент в умовах фіксації апаратами зовнішньої фіксації дає змогу забезпечити реалізацію ефекту функціонального ремоделювання, а застосування ортезів на основі матеріалів Softcast і Scotchcast дозволяє уникнути вторинного зміщення

відламків та отримати позитивний медико-соціальний ефект.

Результати даного дослідження впроваджені в клінічну практику Державної Установи «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М. І. Ситенка НАМН України», спеціалізованих травматологічних відділень м. Харкова та області, а також у навчальний процес на кафедрах травматології та ортопедії Харківської медичної академії післядипломної освіти МОЗ України, Харківського національного медичного університету.

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота є самостійною завершеною науковою працею. Автором обрано напрям дослідження, визначено мету і завдання, проаналізовано стан проблеми, узагальнено результати дослідження, сформульовані висновки та практичні рекомендації. Нею розроблено дизайн та взято участь у виконанні та інтерпретації результатів біомеханічних досліджень. Дисертант обґрунтувала програму клінічних спостережень, сформувала групи дослідження, збирала дані та проаналізувала результати лікування хворих із переломами дистальних метаепіфізів довгих кісток. Автор взяла участь у клінічному обстеженні та лікуванні більшості пацієнтів проспективної групи. Авторіві належить ідея проведення клініко-експериментального дослідження взаємної рухомості кісткових відламків в умовах зовнішньої фіксації, вона брала участь у проведенні дослідження. Автором розроблено план експерименту на тваринах для вивчення формоутворюючих можливостей функціонального ремоделювання суглобових поверхонь у разі ушкоджень ДМЕДК, самостійно виконані операції на піддослідних тваринах

Експериментальні дослідження виконані в Державній установі «Інститут патології хребта та суглобів імені професора М.І. Ситенка Національної академії медичних наук України»: біомеханічні та математичне моделювання — на базі лабораторії біомеханіки за консультативної допомоги наукових співробітників Карпінського М. Ю. та Яреська О. В.; експеримент на тваринах — у відділі експериментального моделювання з експериментально-біологічною клінікою за консультативної допомоги старшого наукового співробітника к.б.н. Нікольченко О.А.; гістологічні з визначення результатів експериментів — у лабораторії морфології сполучної тканини за консультативної допомоги завідуючої к.б.н. Ашукіної Н.О.

Дисертантом розроблено практичні рекомендації щодо оптимізації тактики лікування ушкоджень ДМЕДК із застосуванням біологічно виправданих технологій та впроваджено їх у роботу спеціалізованих стаціонарів м. Харкова, за участі наукового консультанта і колег.

Участь співавторів відображено у спільних наукових публікаціях.

Апробація матеріалів дисертації. Результати досліджень повідомлені на XVI (Харків, 2013) та XVII (Київ, 2016) з'їздах ортопедів-травматологів України; на всеукраїнській науково-практичній конференції «Сучасні теоретичні та практичні аспекти травматології та ортопедії» (Донецьк, 2012); на науково-практичній конференції з міжнародною участю «Актуальні проблеми множинних та поєднаних ушкоджень» (Харків, 2012); на III всеукраїнській науково-практичній конференції «Актуальні питання лікування патології

суглобів та ендопротезування» (Запоріжжя–Приморьськ, 2018); на науково-практичній конференції з міжнародною участю «Сучасні дослідження в ортопедії та травматології (четверті наукові читання, присвячені пам'яті академіка О. О. Коржа)», (Харків, 2018).

Публікації. За темою дисертації опубліковано 27 наукових праць, із них 22 статті у наукових фахових виданнях, 5 робіт у матеріалах з'їздів і наукових конференцій.

Структура та обсяг дисертації

Дисертація викладена українською мовою на 304 сторінках друкованого тексту. Робота складається з анотації, вступу, аналізу стану проблеми за даними літератури, матеріалів та методів, експериментальних та клінічних досліджень, аналізу та узагальнення результатів досліджень, висновків, практичних рекомендацій, переліку посилань (що включає 336 джерел, із яких 144 викладено кирилицею, 192 — латиницею). Робота ілюстрована 30 таблицями та 96 рисунками.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

Матеріал і методи

Експериментальні дослідження

Основні аспекти взаємодії в системах «ушкоджений сегмент – засоби внутрішньої та зовнішньої фіксації»

Адекватний вибір тактики та технології лікування в разі ушкоджень ДМЕДК — це дуже важливе і непросте завдання. Цей вибір вирішальним чином впливає на результати лікування, тому він не може бути довільним. Метою дослідження обрано об'єктивізацію вибору технологій лікування внутрішньосуглобових ушкоджень шляхом математичного моделювання внутрішніх напружень і відносних деформацій моделі перелому дистального метаепіфіза стегнової кістки в умовах накісткового та позавогнищевого остеосинтезу, за умов різних типів навантажень. Таким чином може бути створений інструмент прогнозування наслідків застосування певного методу фіксації відламків кісток.

У лабораторії біомеханіки ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М. І. Ситенка НАМН України» виконане математичне моделювання з використанням методу скінченних елементів внутрішньосуглобових переломів дистального відділу стегнової кістки та методів їх остеосинтезу.

Базова модель містила стегнову, великогомілкову та малоогомілкову кістки. Суглобові поверхні мали прошарок із механічними властивостями хрящової тканини.

На базовій моделі відтворювали внутрішньосуглобові переломи дистального кінця стегнової кістки типів С1 та С3 за класифікацією АО, шляхом розтину її декількома площинами.

За умов кожного з видів переломів моделювали по два варіанти остеосинтезу відламків стегнової кістки: накістковою пластиною й апаратом зовнішньої фіксації (АЗФ) за схемою «стегно – гомілка» (рис. 1).

Усі моделі вивчали під впливом трьох видів навантаження: на стискання, згинання та кручення. У процесі моделювання оцінювали механічні показники напружено-деформованого стану моделей, а саме, величини внутрішніх напружень і відносних деформацій.

В якості критерію оцінки напруженого стану моделей використано напруження за Мізесом. Моделювання виконано за допомогою системи автоматизованого проектування SolidWorks. Розрахунки напружено-деформованого стану моделей виконували за допомогою програмного комплексу CosmosM.

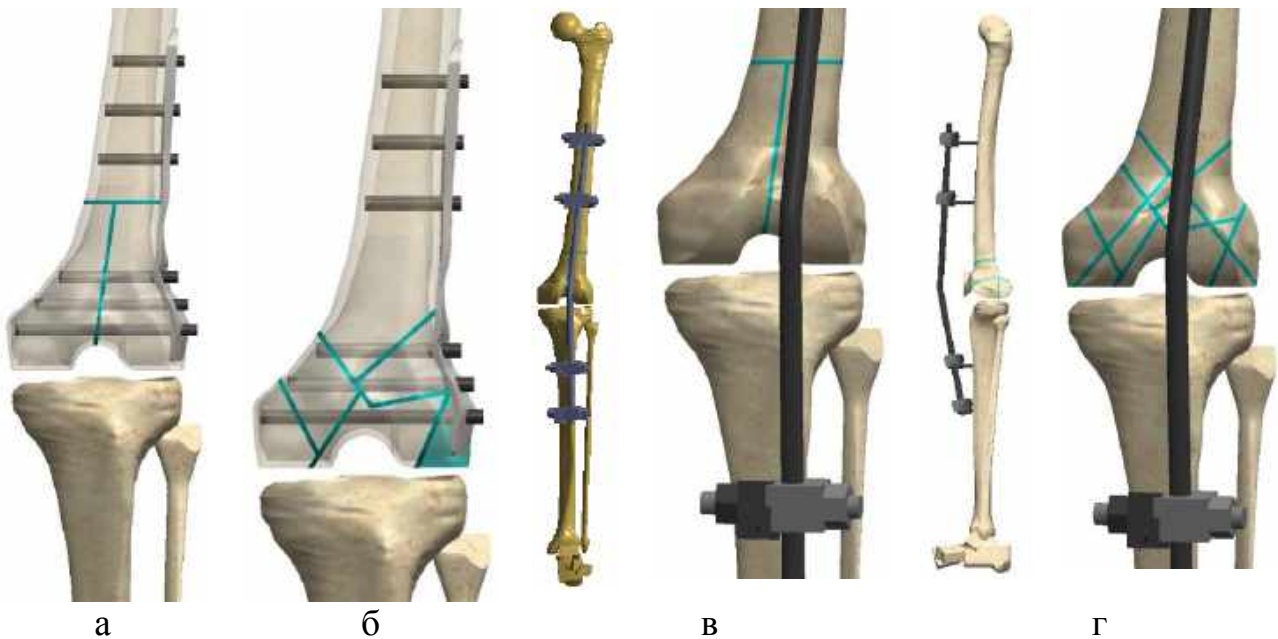


Рис. 1. Моделі варіантів остеосинтезу внутрішньосуглобових переломів дистального кінця стегнової кістки: а) остеосинтез пластиною в разі перелому типу С1; б) остеосинтез пластиною в разі перелому типу С3; в) остеосинтез АЗФ в разі перелому типу С1; г) остеосинтез АЗФ в разі перелому типу С3.

Клініко-експериментальне дослідження взаємної рухомості відламків кістки в умовах зовнішньої фіксації. У межах технологій позавогнищевого остеосинтезу існують непрості питання, які потребують вирішення. Одне з них — це питання взаємної рухомості відламків при відносно стабільній фіксації.

Загальновідомі твердження про те, що в умовах відносно стабільної фіксації фрагментів кістки їхня взаємна рухомість може бути стимулюючим фактором, який сприяє прискоренню регенерації переломів. Перспектива одержати можливість керування процесом репаративної регенерації кісток шляхом регуляції жорсткості взаємної фіксації відламків була (і залишається) дуже привабливою.

Незважаючи на те, що згадані положення давно відомі та поступово набули характеру аксіом, низка питань у цій проблемі не вирішені, а «аксіоми» іноді позбавлені доказової бази.

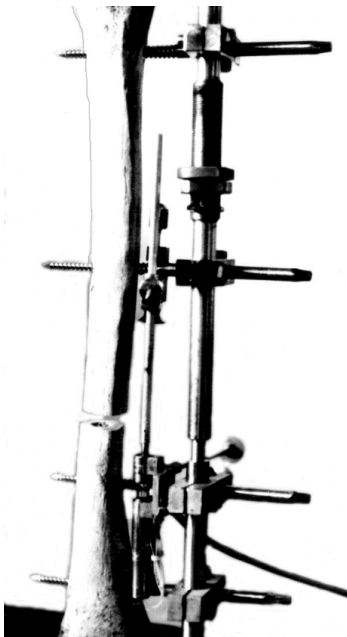
Із невирішених питань можна виділити такі:

1. Що реально являє собою за фізичними параметрами (амплітуда, напрями переміщень тощо) так звані «стимулюючі» взаємні переміщення кісткових відламків (вони ж «залишкові», «невеликі», «мікро-», «тренуючі регенерат»)?

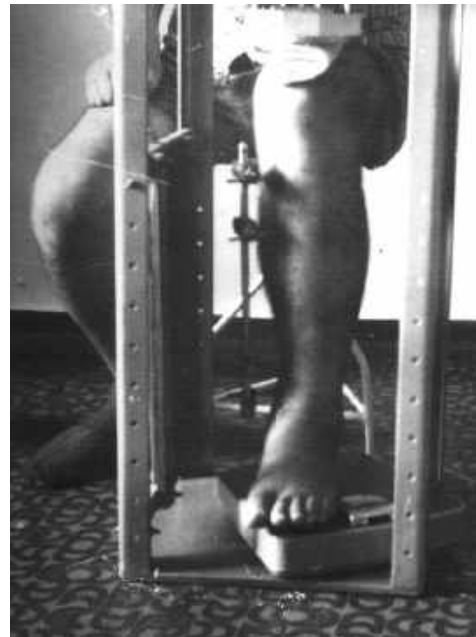
2. Що може виступати граничним критерієм між стимулюючими переміщеннями та такими, які руйнують регенерат?

Клінічні дослідження проведені за участю 13 добровольців, які письмово дали інформовану згоду на запропоновану технологію лікування та участь у експериментальному дослідженні. Це були соматично здорові чоловіки у віці від 31 до 43 років, які мали косо-гвинтоподібні переломи великогомілкової кістки між середньою та дистальною третиною та переломи малогомілкової кістки у верхній третині. Травми були одержані внаслідок падіння з висоти власного зросту. Усі пацієнти прооперовані в перші три доби після травми — виконано закрити репозицію відламків і позавогнищевий остеосинтез великогомілкової кістки за допомогою однобічного стрижневого фіксатора. При цьому застосовано різьбові стрижні діаметром 6,0 мм з конічною різьбою. На 7–8-му добу після операції проводили перше дослідження взаєморухомості кісткових відламків при добольовому поздовжньому осьовому навантаженні на гомілку.

Як показано на рис. 2, б, пацієнт у положенні сидячи ставив гомілку в стенд вертикально, розміщуючи ступню на вагах (датчик навантаження). На найближчі до перелому різьбові стрижні монтували реєстратор взаємних переміщень. Потім, через м'яку прокладку на зігнутому коліні, пацієнт власноруч за допомогою гвинтового пристрою стенда нарощував поздовжнє осьове навантаження на гомілку до виникнення болю.



а



б

Рис. 2. Стендові випробування фіксувальних пристроїв із демпферованими зовнішніми опорами на моделі (а) і в клінічних умовах (б).

Для клінічних випробувань застосовано фіксатор, конструкція зовнішньої опори якого передбачала як можливість регуляції амплітуди взаємних переміщень кісткових відламків, так і величини поздовжнього навантаження, за яких ці переміщення виникали (рис. 3).

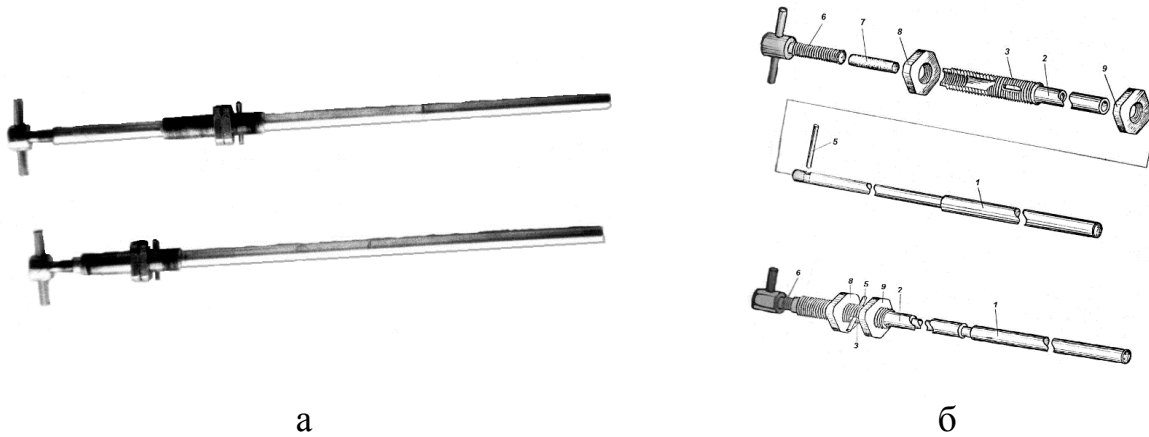


Рис. 3. Зовнішній вигляд (а) і схема (б) зовнішньої опори фіксувального стрижневого пристрою, з регульованим демпфером.

Експериментальне дослідження особливостей регенерації кісткової та хрящової тканин після стандартизованих внутрішньосуглобових ушкоджень. Необхідність раннього функціонального лікування за умов внутрішньосуглобових ушкоджень є загальноприйнятим постулатом. Але у поняття «раннє» може бути вкладено різний сенс — від першої доби до 6 тижнів після травми або операції. У цьому зв'язку цікавими є клінічні спостереження, коли за певних умов реабілітаційного лікування реалізується ефект функціонального ремоделювання ушкоджених суглобових поверхонь. Видається важливим встановити оптимальні часові параметри початку функціонального лікування, для чого і проведено експериментальне дослідження.

Першим етапом розроблено експериментальну модель стандартизованого травматичного ушкодження зовнішнього виростка стегнової кістки щурів, для чого запропоновано спеціальний пристрій (рис. 4).



Рис. 4. Пристрій для виконання стандартизованих внутрішньосуглобових ушкоджень у експериментальних тварин.

Матеріально-технічною базою дослідження була експериментально-біологічна клініка ДУ «ІПХС ім. проф. М. І. Ситенка НАМН». Дослідження проведено на білих щурах (самці віком 6–7 міс., маса тіла (350 ± 50) г). Розподіл тварин у групах відповідно до строків дослідження представлений у табл. 1.

Таблиця 1

Розподіл експериментальних тварин у групах відповідно до строків дослідження

Строки тривалості дослідження після операції, доба	Кількість щурів у групі	Загальна кількість щурів
3	7	28
7	7	
14	7	
28	7	

У вказані строки тварин виводили з експерименту та виконували гістологічне дослідження препаратів зовнішнього виростка стегнової кістки. Для цього виділені травмовані колінні суглоби фіксували в 10 % розчині нейтрального формаліну, декальцинували в 10 % розчині мурашиної кислоти, зневоднювали в етиловому спирті збільшеної концентрації (від 60° до 96°) та в суміші етилового спирту з діетиловим ефіром (1:1), заливали в целоїдин. Аксіальні гістологічні зрізи колінних суглобів забарвлювали гематоксиліном та еозином, пікрофуксином за Ван-Гізон та аналізували під мікроскопом BX63 (Olympus, Японія), фотографували з використанням фотокамери DP73 (Olympus, Японія) і програмного забезпечення «Cell Sens Dimension 1.8.1» (Olympus, 2013)

Морфометричні дослідження. У ділянці дефекту за допомогою програмного забезпечення «Cell Sens Dimension 1.8.1» (Olympus, 2013) вимірювали площі (мкм²) утворених тканин (фібринового згустку, грануляційної, фіброретикулярної, кісткової) і виражали їх у вигляді відносної площі (%) від усього обсягу регенерату.

Експеримент на тваринах проводився відповідно до юридичної нормативної бази:

1. Закон України № 3447 від 21.02.2006 «Про захист тварин від жорсткого поводження» (ст. 26–31).

2. Європейська конвенція захисту хребетних тварин, яких використовують у експериментальних та інших наукових цілях (Страсбург, 1986).

3. Наказ МОН молодь спорт України № 249 від 01.03.2012. «Порядок проведення науковими установами дослідів, експериментів на тваринах».

4. Протокол біоетичної експертизи № 16 від 06.03.2017, № 189 від 11.02.2019.

Клінічні дослідження. З метою встановлення кількісно-якісних співвідношень технологій лікування, які традиційно застосовують у разі ушкоджених ДМЕДК відповідності до локальних протоколів, результатів лікування та причин ускладнень проведено ретроспективне клінічне

дослідження. Для цього проаналізовано медичну документацію 122 пацієнтів, які лікувалися з приводу ушкоджень ДМЕДК у профільних спеціалізованих травматологічних відділеннях стаціонарів Харківського регіону. Структуру групи ретроспективних досліджень за локалізацією ушкоджень і технологіями лікування наведено в табл. 2.

У подальшому група ретроспективних досліджень використана у якості групи порівняння для основної групи клінічних досліджень, що складалася з 210 осіб із ушкодженнями ДМЕДК. Структуру основної групи за локалізацією ушкоджень і технологіями лікування наведено в табл. 3.

Із зведених по всіх локалізаціях даних витікає, що у порівнянні з групою ретроспективних досліджень частка застосування позаосередкового остеосинтезу зросла з 20 % до 50 %, а частка відкритих технологій зменшилася з 61 % до 21 %. Одночасно частота використання скелетного витягіння та фіксаційного методу зросла з 19 % до 29 %.

Таблиця 2

Кількісні відношення технологій лікування ушкоджень ДМЕДК застосованих у групі ретроспективних клінічних досліджень

Технологія	Кількість по локалізаціях				Загалом	Застосування технології (%)
	Дистальний метаепіфіз					
	плече	передпліччя	стегно	гомілка		
Фіксаційний метод	3	13	2	1	19	16
Скелетне витягнення	1	0	2	1	4	3
Зовнішня фіксація	3	4	6	12	25	20
Внутрішня фіксація	17	12	16	29	74	61
Загальна кількість	24	29	26	43	122	100

Така зміна тактичних рішень у бік менш ризикованих малоінвазивних та біологічно виправданих технологій ушкоджень ДМЕДК становить суть даної роботи. Тактика лікування пацієнтів основної групи дослідження — це клінічне впровадження концепції, мотивованої загрозливою кількістю інвалідизуючих ускладнень, спровокованих необґрунтованим застосуванням накісткового та інтрамедулярного остеосинтезу у тих клінічних ситуаціях, у яких досягнення мети внутрішньої фіксації (анатомічна репозиція та надійне знерухомилення кісткових відламків, без надмірної девіталізації) прогностично дуже сумнівне або неможливе.

Результати експериментальних досліджень

Внутрішні напруження та відносні деформації моделей ушкоджень дистального метаепіфізу стегнової кістки в умовах накісткового та позавогнищевого остеосинтезу. Першим етапом роботи біло вивчення

напружено-деформованого стану моделей нижньої кінцівки з внутрішньосуглобовим переломом дистального кінця стегнової кістки типу С1. На рис. 5 наведено картину розподілу напружень у моделі за умов остеосинтезу пластиною, під впливом стискального навантаження.

Таблиця 3

Кількісні відношення технологій лікування ушкоджень ДМЕДК, застосовані в проспективній групі клінічних досліджень

Технологія	Кількість по локалізаціях				Загалом	Застосування технології (%)
	Дистальний метаепіфіз					
	плече	передпліччя	стегно	гомілка		
Фіксаційний метод	8	35	5	0	48	23 %
Скелетне витягнення	1	0	11	0	12	6 %
Зовнішня фіксація	11	43	9	42	105	50 %
Внутрішня фіксація	14	15	16	0	45	21 %
Загальна кількість	34	93	41	42	210	100 %

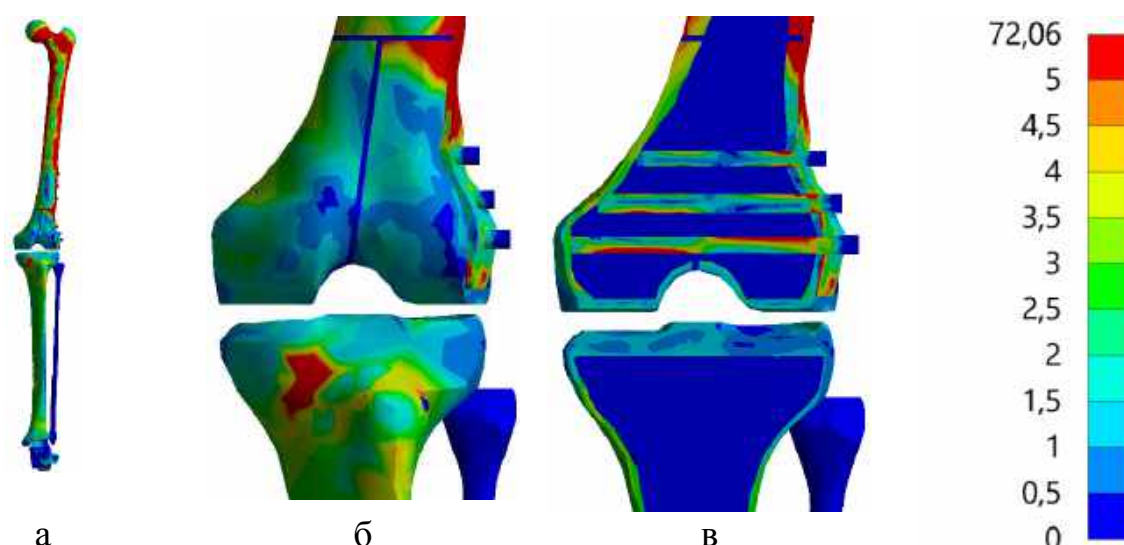


Рис. 5. Картина розподілу напружень у моделі в разі остеосинтезу пластиною, під впливом стискального навантаження: загальний вигляд (а); зони перелому (б); вигляд зони перелому в розрізі (в).

Як бачимо, максимальні за величиною напруження визначено на фіксувальних елементах, а саме на пластині в зоні перелому (72,0 МПа) та на нижньому та верхньому гвинтах (15,0 МПа). Максимальні за величиною напруження в кістковій тканині (4,3 МПа) спостерігали вздовж горизонтальної лінії перелому. На виростках стегнової кістки (нижче фіксувальних гвинтів) напруження визначені на рівні 2,7 МПа на медіальному боці та 1,7 МПа на

латеральному, що обумовлено наявністю накісткової пластини саме на цьому боці. У фіксованій зоні між гвинтами величина напружень мінімальна — 1,8 МПа з боку накісткової пластини, на медіальному боці напруження декілька збільшуються й сягають значення 2,7 МПа.

Напружено-деформований стан моделі нижньої кінцівки з внутрішньосуглобовим переломом дистального кінця стегнової кістки типу С1 за умов остеосинтезу АЗФ, під впливом стискального навантаження, наведено на рис. 6.

Як бачимо на рис. 7, у разі переломів дистального кінця стегнової кістки типу С1 під впливом стискаючого навантаження та накісткова пластина, і АЗФ працюють приблизно однаково. У трьох контрольних точках величини напруження нижчі за умов використання АЗФ, у двох — пластини.

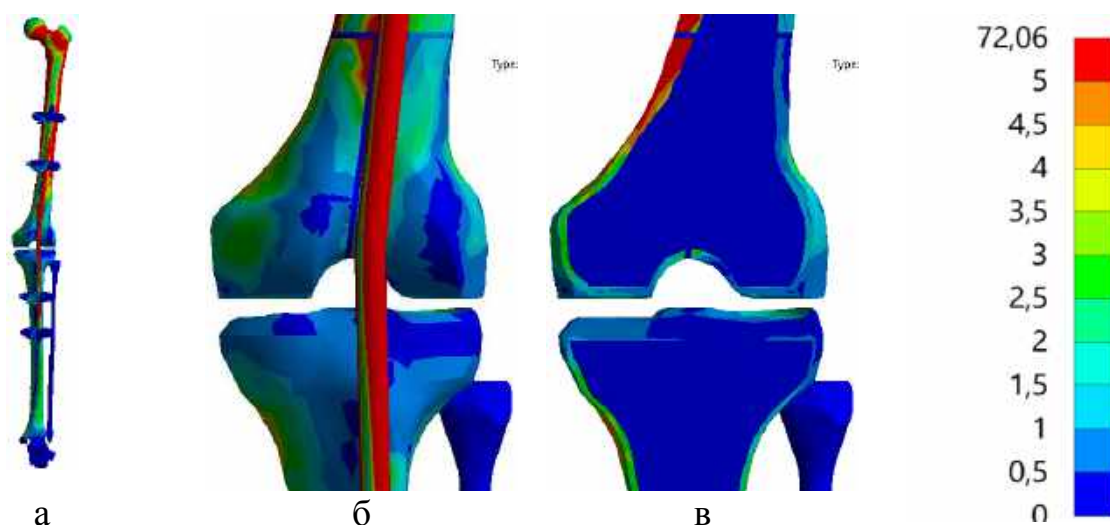


Рис. 6. Картина розподілу напружень у моделі нижньої кінцівки з внутрішньосуглобовим переломом дистального кінця стегнової кістки типу С1 за умов остеосинтезу АЗФ під впливом стискального навантаження: загальний вигляд (а); зони перелому (б); вигляд зони перелому в розрізі (в).

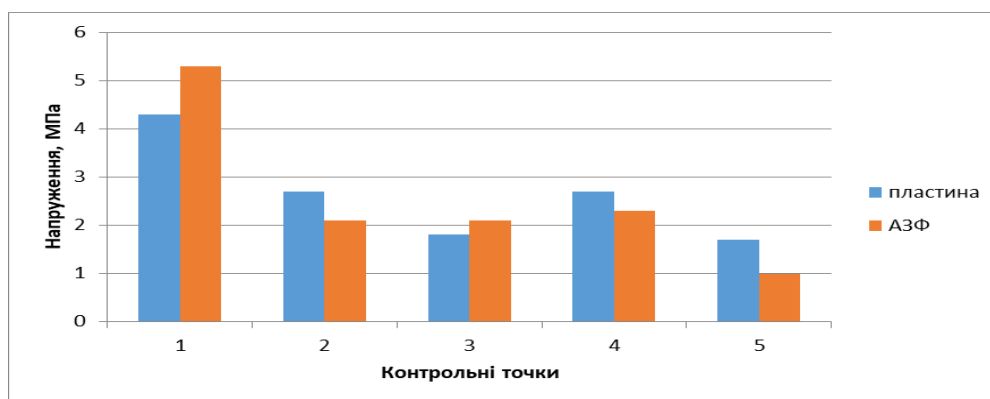


Рис. 7. Діаграма величин напружень у контрольних точках кісткових елементів моделей нижньої кінцівки з внутрішньосуглобовим переломом дистального кінця стегнової кістки типу С1 під впливом стискального навантаження.

Другим етапом роботи було проведено дослідження напружено-

деформованого стану моделей нижньої кінцівки з внутрішньосуглобовим переломом дистального кінця стегнової кістки типу С3. На рис. 8 представлена картина розподілу напружень у моделі нижньої кінцівки з внутрішньосуглобовим переломом дистального кінця стегнової кістки типу С3 в разі остеосинтезу пластиною, під впливом стискального навантаження.

Стискальне навантаження на нижню кінцівку з внутрішньосуглобовим переломом дистального кінця стегнової кістки типу С3 в разі остеосинтезу пластиною викликає максимальні напруження саме в накістковій пластині та фіксуючих гвинтах — 54,0 та 37,5 МПа, відповідно.

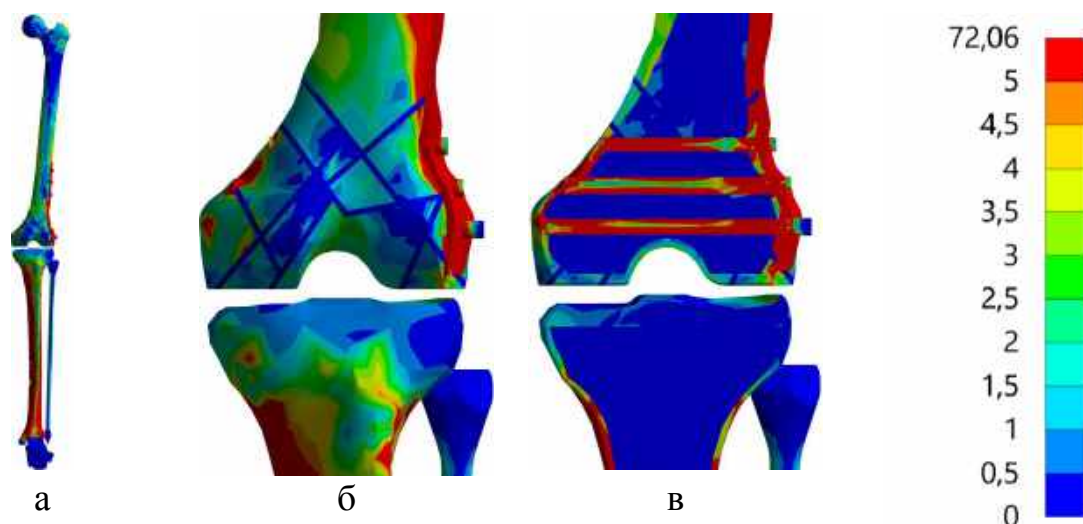


Рис. 8. Картина розподілу напружень у моделі нижньої кінцівки з внутрішньосуглобовим переломом дистального кінця стегнової кістки типу С3 за умов остеосинтезу пластиною, під впливом стискального навантаження: а) загальний вигляд; б) вигляд зони перелому; в) вигляд зони перелому в розрізі.

Напруження в кісткових фрагментах у зоні перелому на порядок нижчі, і визначаються більш високими на медіальному боці стегнової кістки на рівні 7,4 МПа в середній частині між фіксуючими гвинтами та 7,1 МПа в нижній частині медіального виростка. Мінімальні значення напружень спостерігаються на латеральному боці в межах від 2,6 до 2,8 МПа, що обумовлено наявністю накісткової пластини саме з цього боку. Напруження вздовж верхнього краю зони перелому не перевищують позначки 4,5 МПа.

Напружено-деформований стан моделі нижньої кінцівки з внутрішньосуглобовим переломом дистального кінця стегнової кістки типу С3 за умов остеосинтезу АЗФ під впливом стискального навантаження наведений на рис. 9.

АЗФ приймає на себе основну долю стискального навантаження, що діє на модель нижньої кінцівки з внутрішньосуглобовим переломом дистального кінця стегнової кістки типу С3. Результатом цього є високий рівень напружень саме в конструкційних елементах апарата, 51,0 МПа на стрижнях та 35,0 МПа на балці. При цьому рівень напружень у кісткових фрагментах значно нижчий і набуває максимального значення 5,5 МПа в середній частині латерального

виростка. При цьому в його нижній частині напруження мінімальні й не перевищують позначки 1,7 МПа. На медіальному боці напруження розподіляються рівномірно і складають 2,7 МПа, як в середній частині виростка, та і в нижній. Уздовж верхнього краю зони перелому напруження визначаються на рівні 3,5 МПа.

Дані про величини напружень у контрольних точках моделей нижньої кінцівки з внутрішньосуглобовим переломом дистального кінця стегнової кістки типу С3 під впливом стискального навантаження демонструє діаграма (рис. 10).

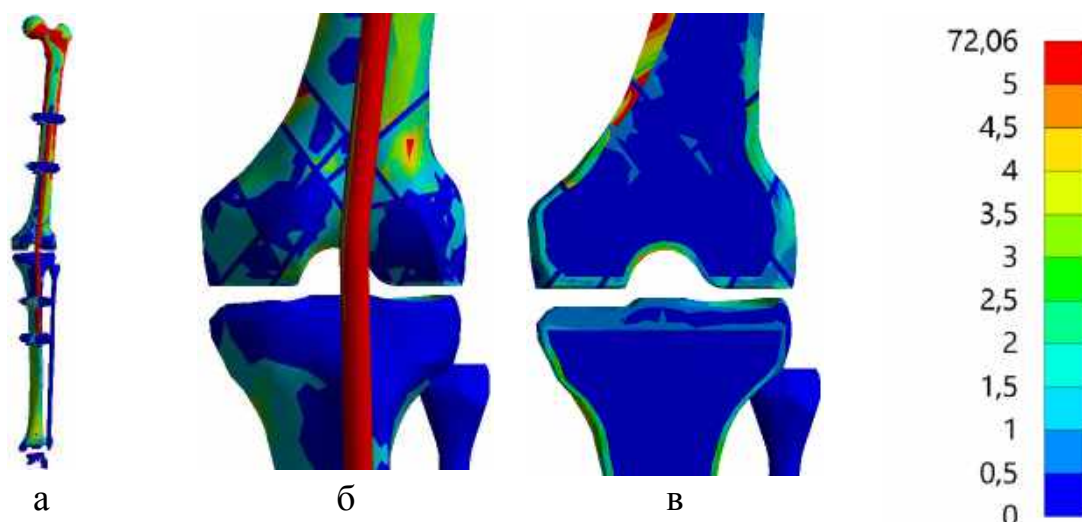


Рис. 9. Картина розподілу напружень у моделі нижньої кінцівки з внутрішньосуглобовим переломом дистального кінця стегнової кістки типу С3 за умов остеосинтезу АЗФ, під впливом стискального навантаження: а) загальний вигляд; б) вигляд зони перелому; в) вигляд зони перелому в розрізі.

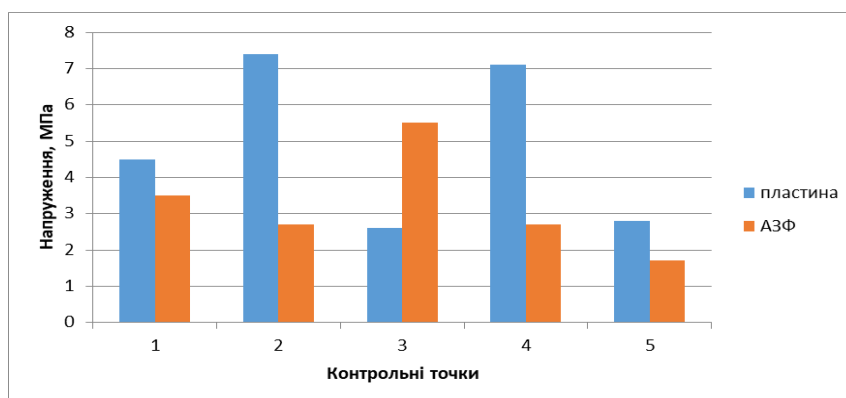


Рис. 10. Діаграма величин напружень у контрольних точках кісткових елементів моделей нижньої кінцівки з внутрішньосуглобовим переломом дистального кінця стегнової кістки типу С3 під впливом стискального навантаження.

Як показано на діаграмі, під впливом стискального навантаження на моделі нижньої кінцівки з внутрішньосуглобовим переломом дистального кінця стегнової кістки типу С3 АЗФ забезпечує нижчий рівень напружень на

кісткових фрагментах в зоні перелому, ніж накісткова пластина в чотирьох контрольних точках із п'яти, що свідчить на користь АЗФ у цьому випадку.

Подальше вивчення внутрішніх напружень і відносних деформацій у моделях за умов деформацій на згинання та кручення дали аналогічні результати.

Таким чином, у разі внутрішньосуглобових ушкоджень дистального метаепіфіза стегнової кістки типу С1 аналіз внутрішніх напружень у контрольних точках кісткової тканини та фіксувальних елементів дозволяє говорити про те, що накістковий і позавогнищевий фіксатори знімають напруження з кісткових елементів приблизно однаково, з деякими особливостями залежно від типу навантаження.

У процесі аналізу величини відносних деформацій регенерату за умов ушкоджень дистального відділу стегнової кістки типу С1 з'ясовано, що позавогнищевий фіксатор дещо програє накістковому за всіх типів навантажень.

Сказане свідчить, що під час формування показань до хірургічного лікування в разі переломів типу С1 слід віддавати перевагу накістковому остеосинтезу. При цьому показання до зовнішньої фіксації зберігаються за умов відкритих переломів.

У процесі раннього функціонального лікування слід мати на увазі, що під час навантаження на згинання напруження в елементах фіксаторів можуть перевищувати межу міцності матеріалу, з якого вони виготовлені, що означає потенційну загрозу руйнування фіксаторів.

У разі переломів дистального метаепіфіза стегнової кістки типу С3 зовнішня фіксація має переваги над внутрішньою за всіх видів навантажень, що підтверджується нижчим рівнем напружень на кісткових фрагментах у зоні перелому. В елементах накісткового та позавогнищєвого фіксатора небезпечні напруження можуть виникати за умов навантажень на кручення. Також встановлено, що в разі переломів типу С3 за критерієм величини відносних деформацій кісткового регенерату між фрагментами стегнової кістки апарати зовнішньої фіксації дозволяють отримати значно менші величини відносної деформації кісткового регенерату між фрагментами стегнової кістки в зоні перелому.

З клінічної точки зору це означає, що в разі переломів типу С3 під час формування показань до хірургічного лікування перевагу у всіх випадках слід віддавати методам позавогнищєвого остеосинтезу.

Результати клініко-експериментальних досліджень взаємної рухомості кісткових відламків в умовах зовнішньої фіксації

У лабораторії біомеханіки Державної установи «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М. І. Ситенка НАМН України» проведено клініко-експериментальне дослідження взаємної рухомості кісткових відламків великогомілкової кістки в умовах позавогнищєвої фіксації за допомогою однобічних стрижневих пристроїв. Дослідження проведене за активної участі співробітників лабораторії М. Ю. Карпінського та І. А. Суботи.

У результаті проведених досліджень одержані нові знання про динаміку змін амплітуди взаємних переміщень кісткових відламків великогомілкової кістки під впливом поздовжніх доболевих осьових навантажень на гомілку, в клініко-експериментальних умовах зовнішньої фіксації, з використанням однобічних стрижневих фіксаторів регульованої жорсткості, протягом перших 11 тижнів після травми.

Графіки на рис. 11 одержані шляхом статистичної обробки результатів досліджень 13 пацієнтів із використанням непараметричного критерію Вілкоксона-Манна-Уїтні. При цьому статистично достовірних відхилень не виявлено ($p < 0,05$).

Як видно з графіків, протягом другого та третього тижнів фіксації відламків граничне осьове доболеве навантаження зростало доволі повільно — від $(210 \pm 1,5)$ Н до $(325 \pm 1,2)$ Н. При цьому амплітуда переміщень відламків зменшилась від $(2,3 \pm 0,2)$ мм до $(2,0 \pm 0,1)$ мм.

Протягом 4–6 тижнів амплітуда поздовжніх переміщень відламків зменшилась $(2,0 \pm 0,1)$ мм до $(0,8 \pm 0,2)$ мм, а доболеве вертикальне навантаження збільшилося від $(325 \pm 1,2)$ Н до $(751 \pm 1,5)$ Н, наближаючись чи дорівнюючи вазі тіла.

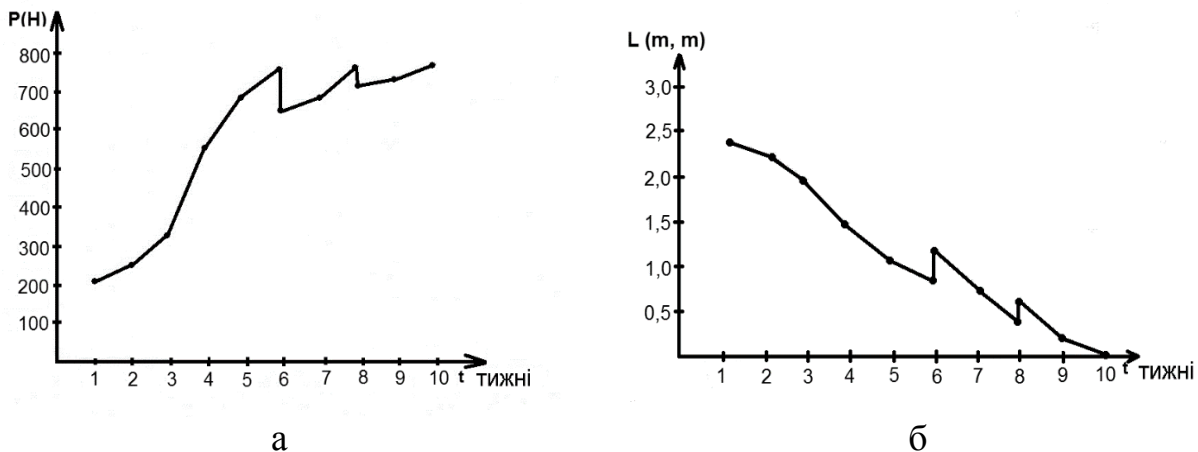


Рис. 11. Динаміка змін поздовжнього осьового доболевого навантаження P (Н) (а) і амплітуди поздовжніх переміщень відламків великогомілкової кістки L (мм) (б) залежно від строків лікування.

Як видно з графіків, у ці строки (6 і 8 тижнів) логічним рішенням було значне зниження поздовжнього осьового спротиву фіксатора з метою збереження умов «тренування» регенерату.

У строк 11 тижнів після травми (біля 10 тижнів фіксації) однобічний фіксувальний пристрій демонтували та накладали ще на 4 тижні функціонально-стабілізувальні ортези «Scotchcast–Softcast».

Клінічне значення добутих знань полягає в тому, що протягом усього періоду лікування перелому доцільно дотримуватись активного режиму рухів і навантажень, з метою підтримання стимулювального впливу на розвиток і перебудову кісткового регенерату. Біль, що виникає в зоні ушкодження під час нарощування навантаження, може слугувати критерієм граничного неруйнівного навантаження на регенерат.

У разі зникнення болю під навантаженням повною вагою тіла на ушкоджений сегмент доцільно знижувати жорсткість зовнішньої фіксації. Повна «релаксація» фіксатора означає можливість його демонтажу.

Маючи на увазі, що в умовах зовнішньої фіксації регенерат «виховувався» під дією поздовжніх тренувальних навантажень, можна припустити, що його спротив навантаженням на згинання може залишатися дещо зниженим. Тому, враховуючи цю обставину та орієнтуючись на рентгенологічні ознаки регенерації, з метою профілактики повторних переломів на етапі реабілітації застосовували функціональні ортези на основі Scotchcast – Softcast. Попередні дослідження довели, що такі ортези за своїм фізико-механічними властивостями та показниками якості життя пацієнтів повністю відповідають потребам функціонального лікування.

Морфологічні особливості утворення регенерату після внутрішньосуглобових імпресійних травматичних ушкоджень стегнової кістки щурів та їх клінічна інтерпретація

Метою експерименту на піддослідних тваринах було створення доказової бази до висновків клінічного характеру щодо оптимальних строків початку функціонального лікування з метою функціонального ремоделювання ушкоджених суглобових поверхонь.

Першим постулатом концепції прийнято відоме положення про те, що функціональне лікування не слід починати до стихання післятравматичного (післяопераційного) запалення. Як свідчать результати експерименту, на третю і сьому добу після травми асептичне запалення ще тривало; переконливі ознаки затихання запального процесу з'явилися на 14 добу (рис. 12).

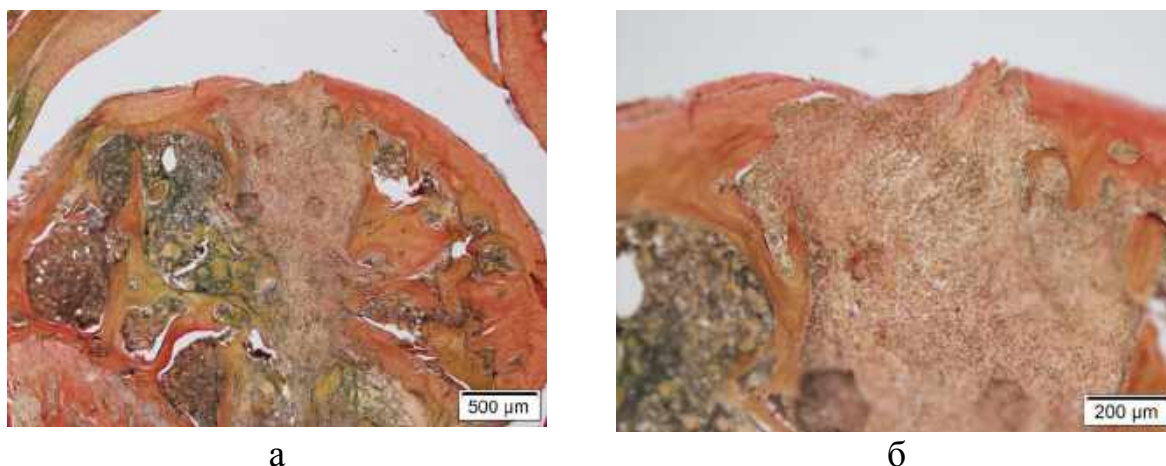


Рис. 12. Фрагмент колінного суглоба щура через 14 діб після травми:
 а) новоутворені кісткові трабекули в ділянці дна дефекту, фіброретикулярна тканина остеогенного типу в зовнішньому його відділі;
 б) фрагменти рис. 12, а. Пікрофуксин за Ван Гізоном.

У регенераті виявляли майже в рівному співвідношенні фіброретикулярну та кісткову тканини. Остання підросла по периметру дефекту, з боків материнської кістки до центру, і містила грубоволокнисті кісткові трабекули зі значною щільністю остеоцитів і функціонально активних остеобластів на зовнішній поверхні, що відображує перебіг репаративного остеогенезу.

Відносна площа кісткової тканини збільшилася порівняно з попереднім терміном дослідження в 1,43 рази ($p = 0,002$). Щільність клітин у фіброретикулярній тканині також була високою, її відносна площа порівняно з 7-ою добою спостереження не змінилася, що можна пояснити реорганізацією грануляційної тканини, якої вже не виявляли.

Другим постулатом концепції прийняте доведене положення про те, що необхідною передумовою функціонального ремоделювання ушкодженої суглобової поверхні є знерухомлення кістково-хрящових фрагментів.

Виходячи з цього, констатуємо, що це знерухомлення (стабілізація) може бути досягнуто двома шляхами: штучним — шляхом відкритої репозиції та стабільного остеосинтезу кістково-хрящових фрагментів ушкодженого суглоба; природним шляхом — за рахунок первинної осифікації субхондральних кісткових зон.

У першому випадку початок функціонального лікування (дійсно раннього) обумовлений лише строками післятравматичного запалення, яке закінчується до кінця другого тижня після травми. У випадках, коли відсутня можливість знерухомлення відламків шляхом хірургічної фіксації і застосовуються технології закритої репозиції фрагментів із наступною іммобілізацією, кістково-хрящові відламки поступово знерухомлюються природним шляхом, за рахунок регенерації.

На 28-у добу після травми на гістопрепаратах щурів визначали ділянку травматичного ушкодження, заповнену пластинчастою кістковою тканиною, яка за структурою зазвичай не відрізнялась від прилеглої материнської субхондральної кістки та складно було визначити межі дефекту (рис. 13, а).

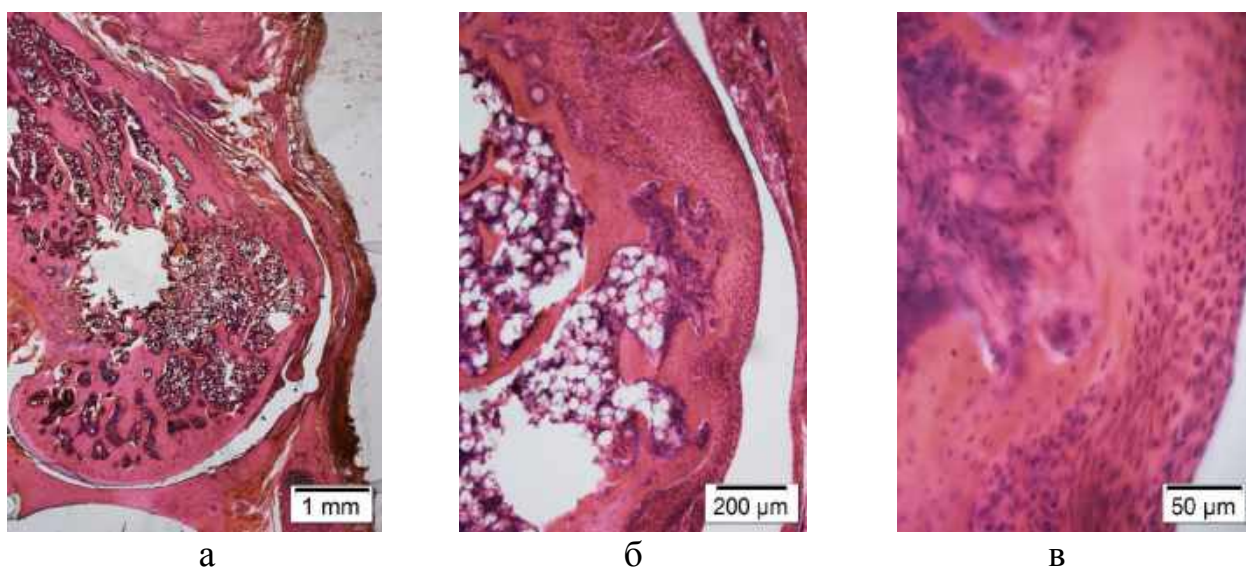


Рис. 13. Фрагмент колінного суглоба щура через 28 днів після травми: а) кісткова тканина пластинчастої структури в ділянці кісткового дефекту; б) нерівномірний шар волокнистого хряща на поверхні травматичного дефекту; в) ремоделювання кісткової тканини, резорбційна лакуна з остеокластом. Гематоксилін та еозин.

Судячи з даних експерименту, ремоделювання ушкодженої суглобової

поверхні у щурів розпочинається задовго до кінця четвертого тижня (28 діб) після травми, вірогідно — на третьому тижні (бо на 14-у добу подібних ознак ще не було).

Результати проведеного експерименту досить близько співвідносяться з даними Дедух Н. В. (2004) про стадійність відновлення кісткового дефекту у щурів (особливо на початкових стадіях). Початкові стадії репаративного остеогенезу людини (Корж М. О., Дедух Н. В., 2006) практично співпадають за часом з аналогічними у щурів (приблизно до 7–10-ї доби після травми).

Але саме ті стадії перебудови регенерату, які особливо цікавлять клініцистів (а саме III стадія реорганізації тканинних структур та мінералізації), у людини коливаються в дуже широких часових параметрах (від 9–25 діб та аж до 16 тижнів після травми). Тому орієнтуватися на ці дані слід досить обережно, і в першу чергу з огляду на клінічний досвід.

А клінічний досвід вказує на те, що під час лікування внутрішньо-суглобових і навколосуглобових ушкоджень найбільш характерними строками іммобілізації є 4–6 тижнів. Помічено, наприклад, що при лікуванні ушкоджень дистальних метаепіфізів кісток передпліччя іммобілізація довше 5 тижнів загрожує розвитком нейродистрофічного синдрому; для дистальних відділів плеча та гомілки загально визнані строки іммобілізації — 6 тижнів; дистальний відділ стегна може потребувати триваліших строків іммобілізації (близько 8 тижнів), особливо за умов нестабільних ушкоджень.

Таким чином, базуючись на даних морфологічних і клінічних досліджень, у разі використання закритих технологій лікування ушкоджень ДМЕДК видається доцільним починати функціональне лікування у строки чотири–шість тижнів після травми.

Порівняльна оцінка тактико-технологічних підходів і результатів лікування пацієнтів з ушкодженнями ДМЕДК ретроспективної та основної груп клінічних досліджень

У результаті проведених клінічних досліджень створена можливість порівняльного аналізу тактико-технологічних підходів та результатів лікування пацієнтів ретроспективної (122 особи) та основної (210 осіб) груп клінічних досліджень по кожній із чотирьох локалізацій ушкоджень ДМЕДК, а у підсумку — порівняння зведених даних відносно застосованих технологій та результатів лікування.

Зокрема, пацієнтів із ушкодженнями дистальних метаепіфізів плечової кістки в групі ретроспективних досліджень було 24, в основній групі — 34. Співвідношення закритих та відкритих технологій у групах складало відповідно 7:17 та 20:14, тобто відносна кількість закритих технологій в основній групі була значно більшою.

У результаті кількість добрих результатів у основній групі дослідження зменшилась на 10 % (з 50 % до 40 %); та при цьому сумарна кількість добрих і задовільних результатів зросла з 75 % до 88 %, а кількість незадовільних результатів (ускладнень) зменшилась із 23 % до 12 %. Це вказує на те, що в разі ушкоджень дистального метаепіфіза плечової кістки найкращі результати лікування принципово можуть бути забезпечені шляхом відкритої репозиції та

фіксації. Але при цьому очевидно, що з об'єктивних причин таких результатів може бути відносно небагато, а необгрунтоване розширення показань до відкритих технологій обертається підвищенням відсотку інвалідизуючих ускладнень. Таким чином, необхідно відповісти на питання, що краще: незначна кількість добрих результатів відкритої репозиції при значній кількості інвалідизуючих ускладнень, чи деяке зниження функціональних результатів лікування при зменшенні кількості ускладнень удвічі. Ми віддаємо перевагу другому, більш надійному та менш ризикованому варіанту тактики.

Пацієнтів із ушкодженнями дистальних метаепіфізів кісток передпліччя у групі ретроспективних досліджень було 29, в основній — 93. Співвідношення застосованих у лікуванні закритих і відкритих технологій репозиції та фіксації відламків склало відповідно по групах 16:13 та 78:15.

Таке радикальне зменшення частки застосування відкритих технологій (із 45 % до 19 %) призвело до наступних результатів: частка добрих результатів зросла з 52 % до 72 %; частка задовільних результатів склала 22 %; кількість незадовільних результатів зменшилась з 24 % до 6 %, при повній відсутності інфекційно-некротичних ускладнень.

Такі результати свідчать про переконливі переваги запропонованої тактики в порівнянні з традиційною, що досягнуто в основному за рахунок використання технології дистракційного позавогнищевого лігаментотаксису. Ця технологія виявила повну адекватність технології при ушкодженнях дистальних метаепіфізів кісток передпліччя, оскільки забезпечувала можливість усунення основного компоненту заміщення відламків у разі нестабільних ушкоджень — зміщення по довжині, що надалі сприяло корекції кутових зміщень. Виключенням були відносно нечисленні частково внутрішньосуглобові передні й задні ушкодження типу В — ушкодження Бартона, за яких репозиційні можливості позаосередкової трансартикулярної дистракції не реалізовувались. Причина цього — втрата м'якотканинних зв'язків ушкодженого сегмента суглобової поверхні, тому в таких випадках зберігалися показання до накісткового остеосинтезу.

Пацієнтів з ушкодженнями дистального метаепіфіза стегнової кістки у групі ретроспективних досліджень було 26, у основній групі — 41. Співвідношення застосованих закритих та відкритих технологій репозиції та фіксації відламків склало відповідно 10:16 та 25:16. Зменшення частки відкритих технологій з 62 % до 39 % призвело до зменшення частки добрих результатів з 38 % до 34 %, але сумарна кількість добрих та задовільних результатів зросла відповідно з 76 % до 80 %, а співвідношення кількості ускладнень було 23 % і 19 %. При цьому своєрідною «платою» за повну відсутність інфекційно-некротичних ускладнень було обмеження функції колінного суглоба, що пов'язане з дефектами репозиції та тривалою іммобілізацією. У підсумку результати лікування ушкоджень дистальних метаепіфізів стегна мають аналогічні ознаки з такими в разі переломів дистального метаепіфіза плечової кістки, тобто не виглядають простими та однозначними.

Пацієнтів із ушкодженнями дистального метаепіфіза гомілки (переломів

ripon) у групі ретроспективних досліджень було 43, в основній групі — 42. У групі ретроспективних досліджень співвідношення застосування закритих і відкритих технологій репозиції та фіксації було 14:29, в основній групі — 42:0, тобто в основній групі внутрішня фіксація взагалі не використовувалась. Відповідно, за ушкоджень ripon в групі ретроспективних досліджень добрих результатів було 37 %, задовільних — 16 %, незадовільних результатів — 47 %, 44 % з яких пов'язані з гнійно-некротичними ускладненнями.

В основній групі досліджень добрих результатів було 67 %, задовільних — 27 %, незадовільних (порушення регенерації) — 5 %. Гнійно-некротичних ускладнень взагалі не спостерігали, хоча їх вважають характерними для цього типу та локалізації ушкоджень.

З метою одержати загальні уявлення про ефективність запропонованих тактико-технологічних підходів до лікування ушкоджень ДМЕДК доцільно порівняти зведені дані щодо застосованих технологій і результатів лікування в обох групах дослідження.

Суттєва зміна тактичних акцентів у бік біологічно виправданих малоінвазивних закритих технологій лікування позитивно вплинула на результати лікування, що відображено в табл. 4.

Таблиця 4

Зведена таблиця результатів лікування ушкоджень дистальних метаепіфізів довгих кісток пацієнтів основної групи дослідження

Локалізація	Результати			Загальна кількість
	добрі	задовільні	незадовільні	
Дистальний метаепіфіз плеча	15	15	4	34
Дистальний метаепіфіз передпліччя	67	20	6	93
Дистальний метаепіфіз стегнової кістки	14	19	8	41
Дистальний метаепіфіз кісток гомілки	28	12	2	42
Загальна кількість	124	66	20	210
%	59	32	9	100

При порівнянні результатів лікування ушкоджень ДМЕДК у пацієнтів контрольної (ретроспективної) і основної груп дослідження встановлено, що загальна кількість добрих результатів зростає з 44 % до 59 %, задовільних — з 24 % до 32 %, а кількість незадовільних результатів зменшилася з 32 % до 9 %.

Основним моментом мотивації поданого дослідження була велика кількість ускладнень у разі застосування традиційної тактики лікування; у групі

ретроспективних досліджень вони склали 32 %.

Основну частину ускладнень становили інфекційно-некротичні. Унаслідок застосування розробленої тактики в основній групі дослідження пацієнтів з ушкодженнями ДМЕДК (210 осіб) інфекційно-некротичні ускладнення не спостерігалися.

ВИСНОВКИ

1. Спеціалізована допомога пацієнтам з ушкодженнями ДМЕДК надається переважно у вигляді відкритої репозиції та внутрішньої фіксації (61 %), методи позавогнищезового остеосинтезу складають 20 %, технології скелетного витягнення та гіпсової іммобілізації — 19 %. Це було встановлено в результаті ретроспективного клінічного аналізу лікування 122 хворих з переломами ДМЕДК.

2. Відсутність чітких обґрунтованих критеріїв вибору методів лікування ушкоджень ДМЕДК спричинила тактичні помилки та значну кількість тяжких незворотних ускладнень. Аналіз результатів і причин ускладнень хірургічного лікування внутрішньосуглобових та білясуглобових переломів ДМЕДК у даній ретроспективній групі показав, що добрі результати лікування одержані в 44 %, задовільні — в 24 %, незадовільні — в 32 % випадків. Незадовільні результати обумовлені ускладненнями внаслідок необґрунтованого розширення показань до використання методів внутрішньої фіксації.

3. На підставі вивчення характеру напружено-деформованого стану та відносних зміщень у системах «ушкоджений сегмент – засоби накісткового та позавогнищезового остеосинтезу» доведено, що в разі осколкових внутрішньосуглобових ушкодженнях типу С1 внутрішня фіксація за допомогою пластин має переваги у порівнянні з позавогнищезовою; у випадку переломів типу С3 переваги має зовнішня фіксація. Шляхом математичного моделювання визначено конструкції зовнішніх фіксаторів, які дозволяють за умов ушкоджень дистальних метаепіфізів кісток гомілки зняти навантаження з суглобових поверхонь над'яtkової та великогомілкової кісток. Подібний підхід до лікування зазначеної патології створює оптимальні умови фіксації кісткових відламків та обґрунтовує показання до вибору методів лікування ушкоджень ДМЕДК.

4. У результаті проведених досліджень динаміки зміни амплітуди переміщень відламків великогомілкової кістки та добольових навантажень на гомілку в процесі лікування методом позавогнищезового остеосинтезу встановлено, що протягом перших 10 тижнів після операції амплітуда взаємних переміщень відламків зменшилась від $(2,3 \pm 0,2)$ мм до $(0,8 \pm 0,2)$ мм. Добольові навантаження зросли від $(210 \pm 1,5)$ Н до $(751 \pm 1,5)$ Н, що вимагало зниження поздовжнього спротиву зовнішнього фіксатора, з метою забезпечення умов тренування регенерату. Одержані знання свідчать про те, що запропонований підхід до вибору режиму фіксації може забезпечити відновлення опороспроможності сегмента в оптимальні строки, а біль у зоні перелому може слугувати критерієм граничного неруйнівного навантаження на регенерат. Після демонтажу зовнішнього фіксатора на етапі реабілітаційного лікування

умови подальшої перебудови регенерату можуть бути забезпечені застосуванням функціонально-стабілізуючих ортезів з полімерних композитних матеріалів Softcast–Scotchcast.

5. У результаті експериментальних досліджень морфологічних особливостей регенерації кісткової та хрящової тканин *in-vivo* встановлено, що оптимальним для початку функціонального ремоделювання є період від 2 до 4 тижнів після травми. У період до двох тижнів у зоні ушкодження проходять репаративні процеси, які ще не забезпечують можливість формування хрящоподібної тканини. З огляду на різну інтенсивність метаболізму у щура та людини, часові параметри готовності регенерату до функціонального ремоделювання в клінічних умовах коректно змінити у бік подовження приблизно на 2 тижні, тобто до 4–6 тижнів (що підтверджується клінічною практикою). Окрім того, оптимальні терміни початку функціонального лікування можуть залежати від конкретного способу і якості фіксації кісткових відламків.

6. Порівняльний аналіз тактичних підходів і результатів лікування у ретроспективній та проспективній групах пацієнтів показав, що селективний індивідуальний підхід у виборі методів лікування зменшує частку використання відкритої репозиції та внутрішньої фіксації з 61 % до 21 %, збільшує частку використання позавогнищового остеосинтезу з 20 % до 50 %, скелетного витягнення та фіксаційного методу з 19 % до 29 %. Така зміна тактики і технологій лікування ушкоджень ДМЕДК дозволила збільшити кількість добрих результатів із 44 % до 59 %, задовільних — із 24 % до 32 % та зменшити кількість незадовільних результатів із 32 % до 9 %.

7. Проведені експериментальні та клінічні дослідження (ретроспективні та проспективні), дозволили сформулювати практичні рекомендації відносно тактики і технологій лікування ушкоджень ДМЕДК. Медико-технічні вимоги до зовнішнього фіксуючого пристрою для використання при ушкодженнях даної локалізації передбачають можливості дистракції та надійної фіксації, за умов максимальної ергономічності та простоти застосування. Концептуально цим вимогам відповідають одnobічні стрижневі апарати. Основними перевагами цього методу виступають його можливості найбільш повного врахування геометричних і фізичних особливостей конструкцій моделей, а також повної динаміки навантажень ДМЕДК. У подальшому, проведення функціонального етапу лікування пацієнтів з переломами ДМЕДК повинно бути забезпечене сучасними функціонально-стабілізуючими ортезами на основі полімерних композитних матеріалів Softcast – Scotchcast.

СПИСОК РОБІТ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Стойко И. В. Малоинвазивная технология функционального лечения закрытых переломов pilon'a / И. В. Стойко, Г. В. Бэц, И. Г. Бэц // Травма. – 2012. – Т. 13, № 2. – С. 127-131.

Автором проаналізовані результати лікування 15 пацієнтів із закритими переломами pilon різних типів, вивчені особливості класифікаційної оцінки, хірургічного та реабілітаційного лікування з використанням сучасних

технологій стабілізації відламків.

2. Стойко И. В. Малоинвазивная технология лечения пациентов с открытыми переломами дистальных метаэпифизов костей голени (pilon переломами) / И. В. Стойко, Б. В. Менкус, Г. В. Бэц, **И. Г. Бэц** // Медицина сьогодні і завтра. – 2012. - № 1 (54). – С. 134-139.

Автором підібрана група дослідження з відкритими високоенергетичними переломами pilon; особисто проведено хірургічне лікування 9 пацієнтів, проаналізовані особливості класифікаційної оцінки ушкоджень, хірургічного та реабілітаційного лікування з використанням нової технології функціональної стабілізації.

3. Бэц Г. В. Предоперационное планирование и применение малотравматичной хирургической техники при переломах pilon / Г. В. Бэц, И. В. Стойко, **И. Г. Бэц** // Ортопедия, травматология и протезирование. - 2013. - № 4 (593). – С. 30-34.

Автором проаналізовані причини гнійно-некротичних ускладнень хірургічного лікування переломів pilon та запропоновано тактику малоінвазивного остеосинтезу, заснованого на комбінованому використанні позаосередкової та відкритої репозиційної фіксації відламків із мінімальних доступів.

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

Автор взяла участь у розробленні математичних моделей взаємодії у системі «перелом дистального метаепіфіза гомілки – стрижневий зовнішній фіксатор». Нею доведено, що застосуванням стрижневих позавогнищевих фіксаторів забезпечується розвантаження ушкодженої зони pilon.

5. Стойко И. В. Механические свойства системы «голень – фиксирующая повязка» при переломах дистальных метаэпифизов костей голени (pilon) / И. В. Стойко, И. А. Суббота, **И. Г. Бэц** // Ортопедия, травматология и протезирование. – 2014. - № 2 (595). – С. 88-93.

Автором взято участь у розробленні нового покоління засобів функціонального ортезування на основі використання композитних полімерних матеріалів Softcast/Scotchcast та вивченні напружень, що виникають у структурних елементах фіксаторів та ушкодженого сегмента.

6. Стойко И. В. Исследование механических свойств материалов для функциональной стабилизации при переломе пилона / И. В. Стойко, Г. В. Бэц, **И. Г. Бэц**, М. Ю. Карпинский // Клінічна хірургія. – 2014. - № 2 (855). – С. 45-48.

Автором, за консультативної допомоги співробітників лабораторії біомеханіки ДУ «ІПХС ім. проф. М. І. Ситенка НАМН» виконане дослідження механічних властивостей матеріалів Softcast і Scotchcas для подальшого проектування функціонально-стабілізуючих ортезів.

7. **Бэц И. Г.** Хирургическое и функциональное ремоделирование суставной поверхности большеберцовой кости при переломах pilon / **И. Г. Бэц**,

И. В. Стойко // Ортопедия, травматология и протезирование. – 2015. - № 2 (599). – С. 26-29.

Автором помічено, що в клінічній практиці спостерігаються випадки відновлення анатомії суглобової поверхні великогомілкової кістки в процесі раннього функціонального лікування, яку не вдалося повністю ремоделювати хірургічним шляхом; у цьому явищі, що дістало назву функціонального ремоделювання, встановлені деякі закономірності та намічені шляхи для подальшого вивчення цього питання.

8. Бэц Г. В. Методы лечения переломов костей и физиологические основы остеосинтеза (динамика взглядов и современное состояние вопроса) / Г. В. Бэц, **И. Г. Бэц** // Ортопедия, травматология и протезирование. – 2015. - № 4 (601). - 128-133.

Автором проаналізовано вплив технологій остеосинтезу АО та вітчизняних методик лікування переломів на загальний стан надання травматологічної допомоги в регіоні; підкреслено, що вітчизняні технології (позавогнищевий остеосинтез, скелетне витягнення тощо) коректніше співвідносяться із фізіологічними принципами остеосинтезу порівняно з технологіями АО; тому вони не повинні ігноруватися у тактиці лікування ушкоджень опорно-рухової системи.

9. Бэц Г. В. Общие тактические принципы лечения переломов дистальных метаэпифизов длинных костей / Г. В. Бэц, Д. В. Черепов, **И. Г. Бэц**, И. В. Стойко // Ортопедия, травматология и протезирование. – 2016. - № 1 (602). – С. 109-114.

Автором відібрано 115 пацієнтів, які отримали лікування в спеціалізованих стаціонарах м. Харкова з приводу ушкоджень дистальних метаепіфізів довгих кісток, локалізацій 1.3, 2.3, 3.3, 4.3 (за АО); проаналізовано результати лікування, доведено пріоритетне використання біологічно виправданих малотравматичних технологій для значного зменшення кількості тяжких незворотних гнійно-некротичних ускладнень.

10. Бэц Г. В. Клинико-экспериментальное исследование микроподвижности отломков большеберцовой кости в условиях стержневой наружной фиксации / Г. В. Бэц, **И. Г. Бэц**, И. В. Стойко // Ортопедия, травматология и протезирование. – 2016. - № 3 (604). – С. 54-60.

Автором запропонована клініко-експериментальна модель для дослідження взаємної мікрорухомості кісткових відламків гомілки в умовах зовнішньої фіксації, розроблено спеціальний стенд, комплекс апаратури для реєстрації та план експерименту, узагальнено його результати.

11. **Бець І. Г.** Гнійно-септичні ускладнення хірургічного лікування метаепіфізарних переломів довгих кісток / **І. Г. Бець**, А. В. Логвін, О. Г. Малясов // Ортопедия, травматология и протезирование. – 2017. - № 4 (609). – С. 62-66.

Автором проаналізовано результати лікування 78 пацієнтів, котрі мали гнійно-запальні ускладнення після хірургічних втручань з приводу переломів дистальних метаепіфізів довгих кісток за різними технологіями; автором окреслені тактико-технологічні заходи для зменшення кількості ускладнень.

12. **Бэц И. Г.** Хирургическое лечение переломов плечевой кости и биологические аспекты остеосинтеза / **И. Г. Бэц** // Травма. – 2017. – Т. 18, № 6. – С. 167-173.

13. **Бець І. Г.** Тактико-технологічні особливості лікування ушкодження дистального метаепіфіза стегнової кістки / **І. Г. Бець** // Травма. – 2018. – Т. 19, № 2. – С. 91-97.

14. **Бець І. Г.** Критерії вибору технологій лікування ушкоджень дистальних метаепіфізів кісток передпліччя / **І. Г. Бець** // Травма. – 2018. – Т. 19, № 3. – С. 99-106.

15. **Бець І. Г.** Дискусійні питання хірургічного лікування переломів pilon / **І. Г. Бець** // Травма. – 2018. – Т. 19, № 4. – С. 65-71.

16. **Бець І. Г.** Особливості лікування ушкоджень дистального метаепіфізу плечової кістки / **І. Г. Бець** // Травма. – 2018. – Т. 19, № 5. – С. 122-128.

17. **Бець І. Г.** Особливості регенерації кісткової та хрящової тканини після травматичних внутрішньосуглобових ушкоджень (експериментальне дослідження) / **І. Г. Бець, Н. О. Ашукіна, В. Є. Мальцева, О. А. Нікольченко** // Травма. – 2018. – Т. 19, № 6. – С. 85-91.

Автором розроблено план експерименту, сконструйовано пристрій для виконання структурованих травматичних ушкоджень, особисто прооперовано всіх піддослідних тварин, взято участь в обговоренні результатів, оформлено статтю.

18. **Бець І. Г.** Клінічні результати застосування тактики малоінвазивного лікування пацієнтів з ушкодженнями дистальних метаепіфізів довгих кісток / **І. Г. Бець** // Медицина сьогодні і завтра. – 2018. – № 3 (80). – С. 75-81.

19. **Бець І. Г.** Власний досвід лікування ушкоджень дистальних метаепіфізів кісток передпліччя / **І. Г. Бець** // Травма. – 2019. – Т. 20, № 2. – С. 124-130.

20. **Bets I. G.** Tactical treatment optimization for long bone distal metaepiphysis fractures based on biological principles / **I. G. Bets** // Ортопедия, травматология и протезирование. – 2019. – № 1 (614). – С. 57-63.

21. **Бець І. Г.** Порівняльна оцінка ефективності застосування малоінвазивних технологій лікування чотирьох локалізацій ушкоджень дистальних метаепіфізів довгих кісток / **І. Г. Бець** // Міжнародний медичний журнал. – 2019. – Т. 25, № 2 (98). – С. 45-48.

22. **Бець І. Г.** (2020). Аналіз напружень та відносних деформацій стегнової кістки в умовах накісткової та позавогнищевої фіксації / **І. Г. Бець, М. Ю. Карпінський** // Травма. – 2020. – Т. 21, № 1. – С. 64-74.

Автором запропоновано ідею дослідження, взято участь в її реалізації, обговоренні та узагальненні результатів.

23. **Стойко И. В.** Малоинвазивная технология лечения открытых переломов дистальных метаэпифизов костей голени (переломов pilon'a) / **И. В. Стойко, Б. В. Менкус, Г. В. Бэц, И. Г. Бэц**: Збірник тез до науково практичної конференції з міжнародною участю [«Актуальні проблеми множинних та

поєднаних пошкоджень»], (Харків – Київ, 19-20 квітня 2012 р.) / МОЗ України, НАМН України, ВГО «Українська асоціація травматології та остеосинтезу», ДУ «Інститут травматології та ортопедії НАМН України», КЗОЗ «Обласна клінічна лікарня – центр екстреної медичної допомоги та медицини катастроф». – Харків - Київ, 2012. – С. 13-14.

Автором розглянуто 13 випадків лікування переломів pilon як компоненти множинних та поєднаних ушкоджень, підкреслено тактико-технологічні особливості лікування даної категорії постраждалих та основні питання реабілітації.

24. Стойко И. В. Функциональное лечение закрытых переломов pilon'a / И. В. Стойко, Г. В. Бэц, **И. Г. Бэц**: Збірник матеріалів всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю [«Сучасні теоретичні та практичні аспекти травматології та ортопедії»], (Донецьк, 24-25 травня 2012 р.) / МОЗ України, Головне управління охорони здоров'я Донецької обласної державної адміністрації, Асоціація ортопедів-травматологів України, Донецький національний медичний університет ім. М. Горького, НДІ травматології та ортопедії, Донецька обласна клінічна травматологічна лікарня. – Донецьк, 2012. – С. 107-109.

Автором проаналізовано результати лікування 15 постраждалих з відкритими високоенергетичними ушкодженнями дистальних метаепіфізів кісток гомілки, у яких застосовано одноетапну тактику ургентного хірургічного лікування із застосуванням засобів позавогнищевого остеосинтезу та раннє функціональне лікування з використанням функціонально-стабілізуючих ортезів Scothcast-Softcast.

25. Бэц Г. В. Предоперационное планирование при закрытых переломах «pilon» / Г. В. Бэц, И. В. Стойко, **И. Г. Бэц**: Збірник наукових праць XVI з'їзду ортопедів-травматологів України, (Харків, 3-5 жовтня 2013 р.) / МОЗ України, НАМН України, ВГО «Українська асоціація ортопедів-травматологів». – Харків, 2013. – С. 420.

Автором підібрано групу постраждалих зі закритими переломами pilon, 17 з них прооперовано нею особисто; застосована двохетапна тактика лікування, з використанням distraкційного рентгенологічного тесту; обґрунтоване використання в хірургічному лікуванні поєднання distraкційного лігаментотаксису та елементів репозиційного остеосинтезу.

26. Бэц Г. В. Тактико-технологические и социальные аспекты лечения переломов в Украине: вопросы для дискуссии / Г. В. Бэц, **И. Г. Бэц** // Травма. – 2016. – Т. 17, № 3. – С. 18-19.

Автором проаналізовано деякі проблемні та дискусійні питання, що закономірно виникли в процесі розвитку травматологічної служби України, та запропоновані шляхи їх вирішення.

27. Бець Г. В. Микрорухомість відламків великогомілкової кістки в умовах позаосередкової стрижневої фіксації (клініко-експериментальне дослідження) / Г. В. Бець, **І. Г. Бець**, І. В. Стойко: Збірник наукових праць XVII з'їзду ортопедів-травматологів України, (Київ, 5-7 жовтня 2016 р.) / МОЗ України, НАМН України, ВГО «Українська асоціація ортопедів-

травматологів», ДУ «Інститут травматології та ортопедії НАМН України». – Київ, 2016. – С. 345.

Автором особисто розроблено концепцію та план клініко-експериментального дослідження, сконструйована зовнішня опора фіксатора регульованої жорсткості та експериментальний стенд, проаналізовано результати та сформульовано висновки.

АНОТАЦІЯ

Бець І. Г. Тактика лікування ушкоджень дистальних метаепіфізів довгих кісток на основі принципів біологічної фіксації. — На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора медичних наук за спеціальністю 14.01.21 – травматологія та ортопедія. – Державна установа «Інститут патології хребта та суглобів імені професора М.І.Ситенка Національної академії медичних наук України», Харків, 2020.

Шляхом ретроспективного клінічного дослідження встановлено, що незадовільні результати лікування ушкоджень дистальних метаепіфізів довгих кісток (ДМЕДК) мають місце у 32 % пацієнтів. Основна частка ускладнень пов'язана з необґрунтованим розширенням показань до відкритої репозиції та внутрішньої фіксації відламків. Концепція роботи передбачала зміщення тактичних акцентів у бік малоінвазивних біологічно виправданих технологій — позавогнищевого остеосинтезу, фіксаційного методу та скелетного витяжіння. Це вимагало забезпечення досконалыми засобами та технологіями позавогнищевого остеосинтезу та функціонального ортезування, вирішення низки теоретичних питань.

У межах поставлених завдань шляхом біомеханічних досліджень і математичного моделювання визначено критерії вибору технології лікування залежно від класифікаційних ознак, індивідуальних особливостей ушкоджень ДМЕДК, вивчена динаміка взаємних переміщень кісткових відламків під впливом добольових навантажень на систему «ушкоджений сегмент – погрузний фіксатор» у процесі регенерації перелому. В експерименті на тваринах вивчені особливості регенерації кісткової та хрящової тканин після стандартизованих внутрішньосуглобових ушкоджень і доповнені знання щодо раціональних строків початку функціонального лікування.

Застосування результатів проведених досліджень та обґрунтований індивідуальний підхід дозволили зменшити частку відкритих технологій в основній групі дослідження порівняно з контрольною із 61 % до 21 %, збільшити кількість добрих результатів із 44 % до 59 %, задовільних — із 24 % до 32 %, зменшити кількість ускладнень із 32 % до 9 %.

Ключові слова: переломи дистальних метаепіфізів довгих кісток, результати лікування, ускладнення, внутрішня та зовнішня фіксація, тактика, принципи біологічної фіксації.

АННОТАЦИЯ

Бэц И. Г. Тактика лечения повреждений дистальных метаэпифизов длинных костей на основе принципов биологической фиксации. — На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени доктора медицинских наук по специальности 14.01.21 — травматология и ортопедия. — Государственное учреждение «Институт патологии позвоночника и суставов имени профессора М. И. Ситенко Национальной академии медицинских наук Украины», Харьков, 2020.

По данным литературы известно о значительном количестве неудовлетворительных результатов и осложнений при лечении около- и внутрисуставных переломов, в том числе переломов дистальных метаэпифизов длинных костей. Путем ретроспективного клинического исследования (анализ результатов лечения 122 пациентов) установлено, что большая часть осложнений связана с необоснованным расширением показаний к открытой репозиции и внутренней фиксации в тех клинических ситуациях, при которых основные задачи погружного остеосинтеза (анатомическая репозиция, надежная фиксация отломков при минимальной девитализации) априорно невыполнима.

Концептуально предположили, что путем тщательного анализа классификационных признаков повреждений, индивидуальных особенностей переломов у пациентов подобные ситуации вполне возможно прогнозировать, на основе чего использовать закрытые технологии репозиции и фиксации, менее агрессивные и обоснованные биологически (внеочаговый остеосинтез, скелетное вытяжение, фиксационный метод).

В рамках поставленных задач путем биомеханических исследований математических моделей переломов дистального метаэпифиза бедренной кости проведен анализ внутренних напряжений и относительных деформаций в условиях накостного и внеочагового остеосинтеза в случаях типичных нагрузок. Доказано преимущество накостного остеосинтеза в случае переломов типа С1, а в случае переломов типа С3 определено более эффективное ограничение уровня напряжения в костных фрагментах и величины относительных деформаций регенерата в условиях внеочагового остеосинтеза. Изучена динамика взаимных перемещений костных отломков под влиянием доболевых нагрузок на систему «поврежденный сегмент – погружной фиксатор» в процессе регенерации перелома. Доказано, что в течение первых 10 недель после операции амплитуда взаимных перемещений отломков уменьшилась с $(2,3 \pm 0,2)$ мм до $(0,8 \pm 0,2)$ мм, а доболевые нагрузки выросли от (210 ± 15) Н по отношению к весу тела. Установлено, что использование односторонних стержневых аппаратов позволяет получить надежную фиксацию фрагментов кости вместе с реализацией стимулирующего влияния взаимных перемещений отломков при доболевых функциональных нагрузках. В эксперименте на животных изучены особенности регенерации костной и

хрящевой ткани после стандартизованных внутрисуставных повреждений и дополнены знания относительно рациональных сроков начала функционального ремоделирования поврежденных суставных поверхностей. Доказано, что при наличии внутрисуставных повреждений дистальных метаэпифизов длинных костей на фоне применения закрытых технологий репозиции и фиксации отломков функциональное лечение следует начинать не ранее начала пятой и не позднее шестой недели после травмы, что является основным условием реализации эффекта функционального ремоделирования поврежденных суставных поверхностей.

Обоснованный индивидуальный подход к выбору тактики лечения повреждений дистальных метаэпифизов длинных костей и применение на практике результатов проведенных исследований привели к уменьшению доли открытых технологий лечения в основной группе исследования (210 пациентов) в сравнении с ретроспективной (122 пациента) с 61 % до 21 %. При этом количество хороших результатов возросло с 44 % до 59 %, удовлетворительных — с 24 % до 32 %, а количество неудовлетворительных результатов (осложнений) уменьшилось с 32 % до 9 %.

Ключевые слова: переломы дистальных метаэпифиза длинных костей, результаты лечения, осложнения, внутренняя и внешняя фиксация, тактика, принципы биологической фиксации.

SUMMARY

Bets I.G. Tactical treatment optimization for long bone distal metaepiphysis fractures based on principles of biological fixation. – Published as a manuscript.

Dissertation for obtaining a scientific degree of Doctor Medical Sciences in specialty 14.01.21 – Traumatology and Orthopaedics. – State Institution “Sytenko Institute of Spine and Joint Pathology, National Ukrainian Academy of Medical Sciences”, Kharkiv, 2020.

According to the literature data it is known significant number of unsatisfactory results and complications in the treatment of intra-articular and near-articular fractures involving long bone distal metaepiphysis fractures (LBDMF). The retrospective study (analysis of 122 patients medical records) shows that the dominant part of complications were connected with ungrounded indication for open reduction and internal fixation (ORIF). The main goal of internal fixation (well done reposition and bone fragments fixation) was impossible in these cases.

It was conceptually suggested, the possibility to predict occurrence of such situations by analysis of fractures classification and the patient's individual fracture characteristics. In case of this it is logical to use external fixation methods like less aggressive and biologically reasonable (external fixation, fixation method, skeletal traction).

The biomechanical study and mathematical modeling method were used to determine the choice criteria for treatment technology depending on the classification features, individual characteristics of LBDMF injuries; it has been studied the dynamics of mutual movements of bone fragments under the influence of “pre-pain” loads on the “damaged segment – internal fixator” system during fracture regeneration performed “in vivo” experimental animals study (rats), which received standardized traumatic impression fractures. These injuries were performed by specially developed experimental traumatic device. We have got a new data for optimal timing terms of beginning articular surfaces functional remodeling.

Development such tactical and technological treatment approaches have decreased number ORIF in the main study group (210 patients) compared with the retrospective group (122 patients) from 61% to 21%; increase quantity of good results from 44 % to 59 % and satisfactory results from 24 % to 32 %. The amount of unsatisfactory results decreased from 32 % to 9 %.

Key words: distal bone metaepiphyses injuries, treatment outcomes, complications, internal and external fixation, tactics, principles of biological fixation, functional remodeling.

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ,
ОДИНИЦЬ ВИМІРЮВАННЯ ТА СКОРОЧЕНЬ**

- АЗФ – апарати зовнішньої фіксації
ДМЕДК – дистальний метаепіфіз довгих кісток
АО/ASIF – міжнародна асоціація по вивченню проблем внутрішньої фіксації