

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

КОВАЛЬ ОЛЕКСАНДР АНАТОЛІЙОВИЧ

УДК 616.78.5/6-001.5-089.227.84-036.82

**КЛІНІКО-БІОМЕХАНІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ МАЛОІНВАЗИВНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ ОСТЕОСИНТЕЗУ В РАЗІ ПЕРЕЛОМІВ ДИСТАЛЬНОГО
МЕТАЕПІФІЗА КІСТОК ГОМІЛКИ**

14.01.21 – травматологія та ортопедія

Автореферат

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата медичних наук



Харків – 2020

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана у Вищому державному навчальному закладі України «Буковинський державний медичний університет» МОЗ України.

Науковий керівник: доктор медичних наук, професор
ВАСЮК Володимир Леонідович
Вищий державний навчальний заклад України
«Буковинський державний медичний університет»
МОЗ України, завідувач кафедри травматології
та ортопедії

Офіційні опоненти: доктор медичних наук, професор
ПОПСУЙШАПКА Олексій Корнілієвич
Харківська медична академія післядипломної
освіти МОЗ України, професор кафедри
травматології та ортопедії

доктор медичних наук, професор
КАЛАШНИКОВ Андрій Валерійович
Державна установа «Інститут травматології
та ортопедії Національної академії медичних
наук України», завідувач відділу пошкоджень
опорно-рухового апарату та проблем остеосинтезу

Захист відбудеться « 17 » квітня 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 наук України» (61024 м. Харків, вул. Пушкінська, 80).

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

Автореферат розісланий « 17 » березня 2020 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради
доктор медичних наук



С.С.Бондаренко

Актуальність теми. Останніми роками збільшується кількість наукових робіт із вивчення різних аспектів лікування переломів дистального метаепіфіза великогомілкової кістки — переломів pilon (Лоскутов О. Є., 2010; Корж Н. А., Романенко К. К., 2011; Побел А. Н., Труфанов И. И., 2011; Стойко І. В., Бэц Г. В., 2016; Калашніков А. В., 2016; Страфун С. С., 2018; Amorosa L. F. et al., 2010; Calori G. M. et al., 2010; Chen S. H. et al., 2017). Для таких травм характерні фрагментація кістки зі значним зміщенням відламків і утворенням дефектів в метаепіфізарній зоні з різними ушкодженнями суглобової поверхні, м'яких тканин і судинно-нервового пучка. Характерно, що переломи pilon досить часто є компонентом полі травми (Битчук Д. Д., 2007; Філь А. Ю., 2013; Safiri S. Et al., 2018). Частота їх у загальній структурі ушкоджень скелета становить 1–7 % (Побел А. Н., 2012; Стойко И. В., 2012).

Переломи pilon, особливо в разі політравми, відрізняються великою різноманітністю, а лікування залишається однією з найскладніших проблем навіть для досвідчених ортопедів-травматологів (Битчук Д. Д., 2007; Бур'янов О. А., 2008; Бэц И. Г., Стойко И. В., 2015).

Незважаючи на значний арсенал технологій остеосинтезу для виконання стабільної фіксації переломів дистального відділу кісток гомілки (Лоскутов О. Є., 2010; Радомський О. А., 2010; Mitkovic M. B. et al., 2013; Gardner M. J. Et al., 2018; Cannada L. K., 2015; Zhang Z. D. Et al., 2017), переломи цієї локалізації є лідерами за кількістю ускладнень (до 30 %) і незадовільних наслідків (Омельченко Т.Н., 2013; Калашніков А.В., Літун Ю.М., 2016). Деякі автори повідомляють про розвиток деформівного артозу з переходом у фіброзний анкілоз до 16 % випадків (Калашніков А.В., 2016; Acklin Y.P., 2016; Bonato L.J., 2017; Van Dreumel R. L., 2015; Naumann M. G., 2017). Причинами такого становища є, у першу чергу, порушення кровопостачання в зоні перелому та технічні проблеми під час виконання хірургічного втручання (Цигикало О. В. 2018; Brookes M., 2006; Vazquez, T., 2006).

Прогресу в розробленні досконаліших технологій лікування сприяють дослідження із залученням точних наук, зокрема математичного моделювання (Васюк В.Л. та ін., 2018). Актуальними стали морфологічні дослідження особливостей кровопостачання кінцівок людини, з'ясування варіантної анатомії живильних артерій стосовно завдань остеосинтезу, що є актуальним завданням вчених анатомів та ортопедів-травматологів.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана відповідно до плану науково-дослідних робіт кафедри травматології та ортопедії ВДНЗ України «Буковинський державний медичний університет» МОЗ України («Лікування, діагностика та профілактика захворювань і пошкоджень опорно-рухового апарату у хворих в йододефіцитному регіоні», держреєстрація № 0112U003541. Автором проаналізовано стан питання щодо лікування метаепіфізарних переломів дистального відділу кісток гомілки та їхніх наслідків. «Удосконалення діагностики і технологій остеосинтезу та ендопротезування при захворюваннях та пошкодженнях суглобів нижніх кінцівок та їх наслідків», держреєстрація №

0117U002358. Автором виконано топографічно-анатомічне дослідження та вивчені морфометричні особливості входження судин в метаепіфізарній зоні великогомілкової кістки, проведено ретроспективний аналіз результатів лікування 265 хворих із переломами дистального відділу кісток гомілки).

Мета дослідження: покращити анатоמו-функціональні результати лікування пацієнтів з осколковими внутрішньосуглобовими переломами дистального відділу кісток гомілки шляхом зменшення додаткового порушення кровопостачання відламків під час хірургічного втручання, біомеханічного обґрунтування стабільності остеосинтезу та диференційованого застосування удосконалених технологій малоінвазивного остеосинтезу.

Завдання дослідження:

1. Вивчити напружено-деформований стан і величину відносних деформацій на рівні кісткового регенерату моделей із переломами дистального метаепіфіза кісток гомілки, сегментів 43 та 44 за АО, типу В1 та В2, фіксованих спицями, пластинами та апаратом зовнішньої фіксації.

2. Дослідити напружено-деформований стан та величину відносних деформацій на рівні кісткового регенерату моделей із переломом дистального метаепіфіза великогомілкової кістки типу С1 за умов використання комбінованого остеосинтезу спицями та апаратом зовнішньої фіксації на основі стрижнів.

3. Провести анатоמו-морфологічне дослідження артеріальної судинної мережі дистального відділу гомілки, визначити місця входження живильних судин для можливості зменшення порушення кровопостачання під час остеосинтезу переломів дистального метаепіфіза великогомілкової кістки.

4. Створити моделі остеосинтезу переломів дистального метаепіфіза кісток гомілки спицями, апаратом зовнішньої фіксації та пластинами, провести їх морфологічний аналіз стосовно можливості додаткового інтраопераційного порушення кровопостачання кісткових відламків.

5. Проаналізувати віддалені результати хірургічного лікування пацієнтів із внутрішньосуглобовими переломами дистального відділу кісток гомілки, яким виконано малоінвазивний остеосинтез спицями із використанням спиць, гвинтів з іммобілізацією гіпсовою пов'язкою або апаратом зовнішньої фіксації; апаратом зовнішньої фіксації окремо або пластинами, з використанням Ankle-Hindfoot Scale.

6. Провести кореляційно-регресійний аналіз окремих досліджуваних показників віддалених результатів прооперованого надп'ятково-гомілкового суглоба та заднього відділу стопи за шкалою Ankle-Hindfoot Scale у групах пацієнтів, яким виконано малоінвазивний остеосинтез спицями із використанням спиць, гвинтів з іммобілізацією гіпсовою пов'язкою або апаратом зовнішньої фіксації; апаратом зовнішньої фіксації окремо пластинами.

Об'єкт дослідження – внутрішньосуглобові переломи дистального метаепіфіза кісток гомілки.

Предмет дослідження – малоінвазивний остеосинтез; напружено-деформований стан в моделях навколосуглобових переломів великогомілкової

кістки за умов їхньої фіксації спицями, пластинами та апаратом зовнішньої фіксації, особливості кровопостачання дистального відділу кісток гомілки та ділянки надп'яtkово-гомілкового суглоба, тривимірного реконструювання судин, віддалені результати лікування.

Методи дослідження: клінічний, рентгенологічний, морфологічний, математичного моделювання, комп'ютерне реконструювання, біомеханічний, статистичний.

Наукова новизна одержаних результатів. На підставі анатомічних і рентген-томографічних досліджень отримані нові знання про особливості розташування живильних отворів по поверхні дистальних епіметафізів, через які заходять судини в кісткову тканину. Уперше показано, що живильні отвори нерівномірно розподіляються по поверхні епіфізів, а найбільша їхня кількість розташована по передньо-внутрішній поверхні епіфіза великогомілкової кістки.

Теоретичними розрахунками на скінченно-елементних моделях «відламки – пластина», «відламки – спиці», «відламки – спиці – зовнішній апарат» доведено, що напруження у фрагментах кістки та фіксаторах і між ними під час рухів у надп'яtkово-гомілковому суглобі є співставними та не можуть привести до руйнування і патологічних переміщень.

На підставі клінічних досліджень встановлено, що застосування малоінвазивного остеосинтезу в разі переломів (1 і 2 клінічні групи) дистального метаепіфіза кісток гомілки за оцінкою Ankle-Hind foot Scale у віддалені терміни забезпечують анатомо-функціональні результати, які загалом порівнянні з результатами у хворих, яким застосовано фіксацію відламків накістковими пластинами.

Практичне значення одержаних результатів. Обґрунтовано доцільність урахування топографічно-конституційних особливостей пацієнтів під час планування хірургічного лікування метаепіфізарних переломів дистальної гомілки, що підвищує його ефективність, збільшуючи частку добрих результатів. Виконані анатомічні та теоретичні дослідження допомагають практикуючому лікарю усвідомити рівень додаткової травматизації джерел кровопостачання за умов з'єднання відламків накістковими пластинами в разі складних переломів дистального відділу гомілки і виховує анатомо-критичний підхід до вибору методу лікування.

Розроблено та запропоновано алгоритм диференційованого вибору технологій остеосинтезу переломів рілон відповідно виду та характеру ушкодження, що дозволяє отримати добрі результати у післяопераційному періоді.

У результаті клінічних досліджень доведено, що під час лікування переломів дистального метаепіфіза кісток гомілки пріоритетним принципом може бути збереження джерел кровопостачання відламків, які зберегли свою цілісність, і відновлення анатомічної форми кісток слід намагатися провести без додаткових розтинів.

Результати дослідження впроваджені в наукову та клінічну роботу ВДНЗ України «Буковинський державний медичний університет», у клінічну

практику ОКУ «Чернівецька обласна клінічна лікарня», КНП «Сторожевська центральна районна лікарня».

Особистий внесок дисертанта. Автором проаналізовано стан проблеми лікування метафізарних переломів дистального відділу кісток гомілки та їхніх наслідків. Спільно з науковим керівником обрано тему роботи, визначені мета та завдання дослідження, розроблені його програма та методологія. Автором самостійно проведено топографічно-анатомічне дослідження на 26 анатомічних препаратах і вивчені морфометричні особливості входження судин у метаепіфізарній зоні великогомілкової кістки. Ним виконано ретроспективний аналіз результатів лікування 265 пацієнтів із переломами дистальної гомілки, вивчено віддалені результати за шкалою The American Orthopedic Foot and Ankle Score (AOFAS). Здобувачем створена комп'ютерна база даних пацієнтів, проведено статистичний аналіз. Ним сформульовані висновки та розроблені практичні рекомендації, забезпечене їхнє впровадження в практику охорони здоров'я.

Наукові дослідження виконані: біомеханічні – на базі лабораторії біомеханіки Державної установи «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М. І. Ситенка НАМН України» за консультативної допомоги наукових співробітників М. Ю. Карпінського, О.В. Ярьська; морфологічні – на кафедрі топографічної анатомії та оперативної хірургії ВДНЗ України «Буковинський державний медичний університет» за консультативної допомоги д.мед.н., професора Цигикала О.В. Участь співавторів відображена у відповідних спільних публікаціях.

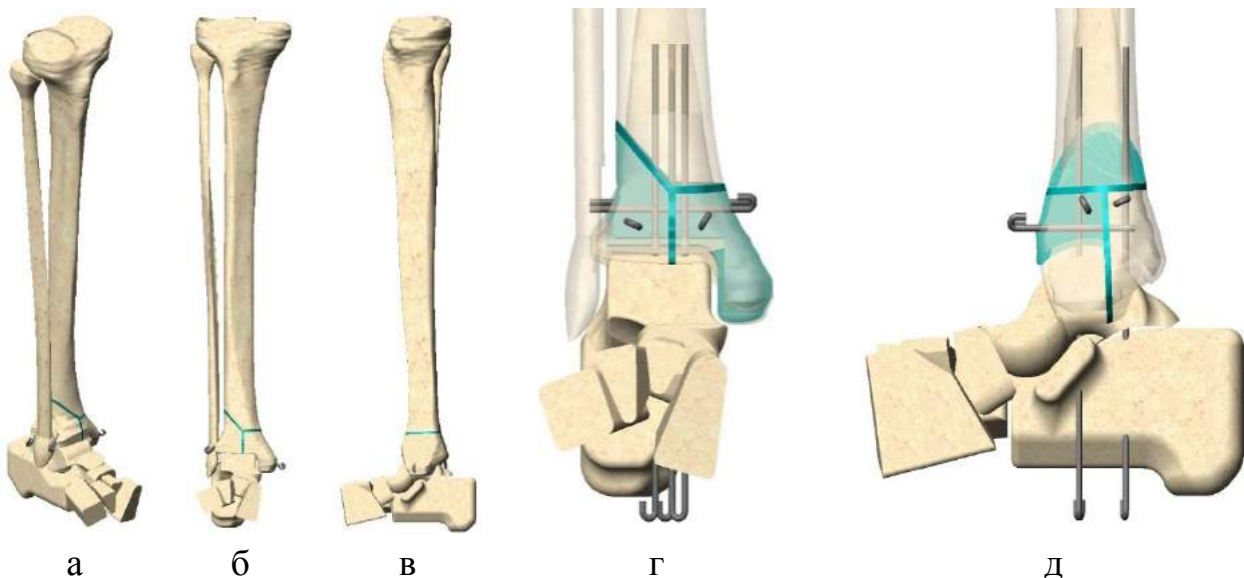
Апробація результатів дисертації. Основні положення, результати, висновки та практичні рекомендації висвітлювалися на Медико-фармацевтичних конференціях студентів та молодих вчених (Чернівці, 2014–2018); XVII з'їзді ортопедів-травматологів України (Київ, 2016); природничих читаннях «III міжнародна науково-практична конференція» (Чернівці, 2016); науково-практичній конференції з міжнародною участю «Актуальні питання травматології та остеосинтезу» (Київ-Чернівці, 2017); 98-й підсумковій науковій конференції професорсько-викладацького персоналу ВДНЗ України «Буковинський державний медичний університет» (Чернівці, 2017); International youth conference «Perspectives of science and education» (New York, 2018); Науково-практичній конференції присвяченій 80-річчю з дня народження проф. І.М. Рубленика «Теоретичні і практичні аспекти остеосинтезу та ендопротезування» (Чернівці, 2018); XVI Міжнародній науковій конференції студентів, молодих вчених та фахівців «Актуальні питання сучасної медицини» (Харків, 2019); науково-практичній конференції з міжнародною участю «Актуальні питання травматології та остеосинтезу» (Вінниця, 2019); науково-практичній конференції «Інтегративна медицина: досягнення та перспективи» (бойова травма і травматологія) (Маріуполь, 2019), засіданнях обласного осередку Української асоціації ортопедів-травматологів.

Публікації. За матеріалами дисертації опубліковано 13 наукових праць, із них 7 статей у наукових фахових виданнях, 1 патент України, 5 тез доповідей у матеріалах науково-практичних конференцій.

Структура та обсяг дисертації. Матеріали дисертації викладені на 231 сторінці машинописного тексту (основна частина складає 174 сторінки). Дисертація складається зі вступу, 5 розділів, висновків, рекомендацій щодо науково-практичного використання здобутих результатів, списку використаних джерел (всього 307 бібліографічних описів), додатків, ілюстрована 123 рисунками, 23 таблицями. Бібліографічний опис літературних джерел, ілюстрацій та додатки викладені на 57 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

Матеріал і методи. *Експериментальну частину роботи* виконано в лабораторії біомеханіки ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М.І. Ситенка НАМН України» виконане математичне моделювання з використанням методу скінченних елементів навколосуглобових переломів великогомілкової кістки та способів їх фіксації. Для цього розроблено математичну модель дистальної частини нижньої кінцівки, яка містила кісткові елементи гомілки та стопи. Ця модель була використана, як базова, на якій моделювали навколосуглобові переломи великогомілкової кістки типу В1, В2, С1 за класифікацією АО. Основу роботи склали моделі з переломами великогомілкової кістки типу В1, В2 та С1, на яких кісткові відламки були зафіксовані за допомогою авторського методу фіксації спицями. На рис. 1 наведена модель з переломом типу С1 з фіксацією уламків спицями.



Перелом типу С1 фіксований спицями: аксанометрична (а), фронтальна (б) та сагітальна (в) проєкції; фіксація відламків – фронтальна (г) і сагітальна (д) проєкції.

Також моделювали комбінований варіант фіксації відламків кісток за переломів типу С1 за допомогою спиць та апарата зовнішньої фіксації (рис. 2).

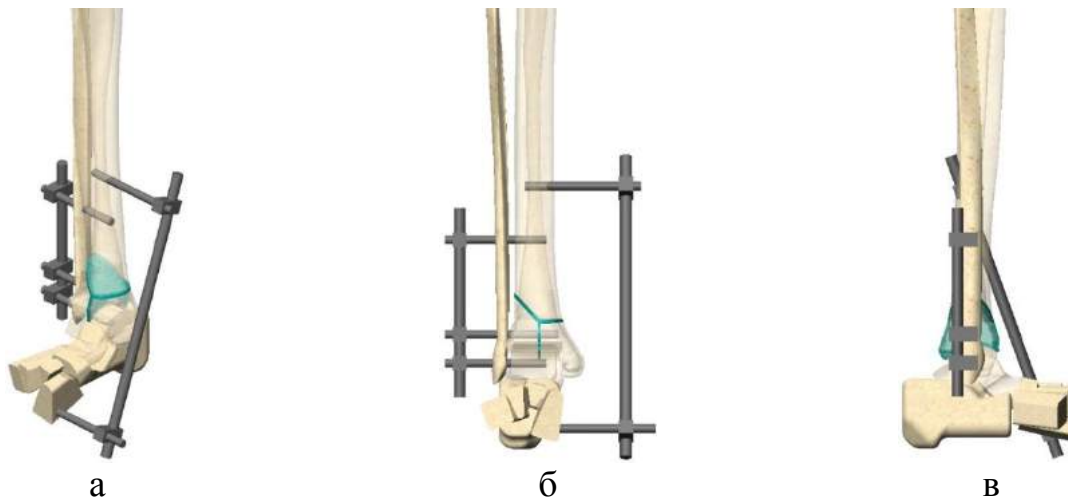


Рис. 2. Перелом типу С1 фіксований спицями та додатковою фіксацією АЗФ: аксанометрична (а), фронтальна (б) та сагітальна (в) проєкції.

Усі моделі випробували під впливом трьох видів навантажень. Оскільки за умов фіксації відламків спицями навантаження кінцівки неможливе, використовували навантаження, пов'язані з рухами переднього відділу стопи: внутрішню флексію, підошовне згинання та навантаження спереду назад, що імітує наштовхнення на перешкоду. Навантаження прикладали до переднього відділу стопи, оскільки в цьому випадку маємо максимальну довжину важеля впливу на зону перелому. Величина навантаження у всіх випадках складала 100 Н, що відповідає вазі вільно висячій нижній кінцівки. По суглобовій поверхні проксимального кінця великогомілкової кістки всі моделі мали жорстке закріплення.

Вивчали напружено-деформований стан моделей, а саме такі показники, як величини внутрішніх напружень та деформації. В якості критерію оцінювання напруженого стану моделей використовували напруження за Мізесом. Моделювання виконували за допомогою системи автоматизованого проектування SolidWorks. Розрахунки напружено-деформованого стану моделей виконували за допомогою програмного комплексу CosmosM.

Морфологічну частину роботи виконано на кафедрі анатомії людини ім. проф. М. Г. Туркевича ВДНЗ України «Буковинський державний медичний університет». Досліджено 26 кісткових препаратів нижніх кінцівок людей різного віку та статі з музею, а також тривимірні реконструкції 24 серій контрастованих магнітно-резонансних томограм дорослих людей віком 23-72 років з архіву МРТ-кабінету. Простежено хід магістральних артеріальних судин нижньої кінцівки від підколінної ділянки до стопи (її тильної та підошовної ділянок). Простежено гілки, які забезпечують колатеральний кровообіг у ділянці над'яtkово-гомількового суглоба, та джерела кровопостачання його кісток (проникні артерії). Для моделювання остеосинтезу переломів дистального метаепіфіза кісток спицями, АЗФ та пластинами застосовано програмне забезпечення для тривимірного реконструювання (RadiAnt) та тривимірного моделювання (Blender).

Статистичний аналіз матеріалів проведено з використанням

програмного забезпечення у вигляді математичного апарату електронних таблиць "StatPlus2005Professional 3.5.3" (AnalystSoft). Для аналізу отриманих даних використано загальноприйняті методи дескриптивної статистики та кореляційного аналізу.

Для вивчення взаємозв'язків між різними показниками проведено кореляційний аналіз із врахуванням коефіцієнта кореляції Пірсона, який характеризує напрямок та силу зв'язків, у невеликих вибірках – коефіцієнта рангової кореляції Спірмена. До уваги брали лише показники з величиною рівня вірогідності $p < 0,05$.

Клінічна частина роботи виконана в клініці кафедри травматології та ортопедії Буковинського державного медичного університету на базі КУ «Лікарня швидкої медичної допомоги, м. Чернівці». Нами удосконалено технологію малоінвазивного остеосинтезу переломів дистального метаепіфіза кісток гомілки. Репозицію здійснюють під загальною або провідниковою анестезією під контролем електронно-оптичного перетворювача. При цьому використовують принцип лігаментотаксису, розтягуючи відламки за допомогою дистрактора. Якщо окремі кісткові фрагменти не репонуються, використовують шило, однозубий гачок, яким користуються через окремі проколи шкіри. У разі імпресійного перелому суглобової поверхні виконують трепанаційний отвір великогомілкової кістки на 5-6 см проксимальніше суглобу і через цей отвір за допомогою спеціального інструмента відновлюють суглобову поверхню, а в отвір вставляють ауто трансплантат.

Кожний крок контролюється рентгентелевізійною апаратурою. Після усунення вивиху або підвивиху і досягнення репозиції, виконують трансартикулярну фіксацію відламків, проводячи 3 спиці діаметром 2 мм з підшови у напрямку середини великогомілкової кістки (рис. 3).



Рис. 3. Малоінвазивний остеосинтез трьома спицями після усунення підвивиху та закритий інтрамедулярний остеосинтез спицею малоомілкової кістки.

Після цього через окремі проколи шкіри проводять спиці в сагітальній площині на 4-5 мм проксимальніше над'яtkово-гомілкового суглоба,

фіксуючи фрагменти, які утворюють суглобову поверхню. В окремих випадках спиці замінюють на канюльовані або звичайні гвинти (рис. 4).



Рис. 4. Малоінвазивний остеосинтез дистальної гомілки гвинтами, проведеними в сагітальній площині.

У разі зміщення перелому зовнішньої кісточки проводять її репозицію та закритий інтрамедулярний остеосинтез однією або двома спицями. Аналогічно фіксують внутрішню кісточку (рис. 5). У деяких випадках спиці загинають у вигляді гачка і занурюють під шкіру. Це попереджає можливість інфікування тканин навколо спиць.



Рис. 5. Малоінвазивний остеосинтез внутрішньої та зовнішньої кісточок. Спиці загинають у вигляді гачка і занурюють під шкіру.

У разі переломів, коли основні фрагменти хоча б частково контактують між собою (43 А і 43 В за класифікацією АО або тип 1 і тип 2 за класифікацією переломів пілона за Rüedi и Allgöwer), іммобілізацію здійснюють за допомогою ортеза або гіпсової шини, яку через 7 днів замінюють на скотчкаст. За умов нестабільних переломів, коли відсутній контакт між основними фрагментами (43 С або тип 3 за Rüedi и Allgöwer), іммобілізацію здійснювали за допомогою удосконаленого варіанту АЗФ. Спиці видаляли через 6 тижнів. Термін іммобілізації 10-12 тижнів.

На початку застосування цієї технології показаннями до малоінвазивного остеосинтезу були: незадовільний стан м'яких тканин, політравма, цукровий діабет, літній вік, важка супутня патологія, економічні чинники. Згодом

накопичений досвід призвів до розширення показань до застосування запропонованого методу.

У процесі виконання роботи обстежено 265 пацієнтів віком ($45,15 \pm 15,98$) років (від 18 до 86). Серед них: пацієнти віком до 30 років – 52 особи (19,62 %), від 30 до 40 – 56 (21,13 %), від 40 до 50 – 52 (19,62 %), від 50 до 60 – 47 (17,74 %), понад 60 років – 58 (21,8 %).

Пацієнтів розподілено на клінічні групи залежно від виду хірургічного втручання:

– I — малоінвазивний остеосинтез з використанням спиць, гвинтів з іммобілізацією гіпсовою пов'язкою або АЗФ (113 пацієнтів, 42,64 % від загальної групи);

– II — остеосинтез АЗФ (36 осіб, 13,58 %);

– III — остеосинтез пластинами (116, 43,77 %).

Результати досліджень. *Морфологічні дослідження.* Отримані дані послужили основою для моделювання взаємовідношення кровеносних судин ділянки над'яtkово-гомількового суглоба з фіксаторами для остеосинтезу за умов переломів дистального метаепіфіза кісток гомілки (рис. 6).

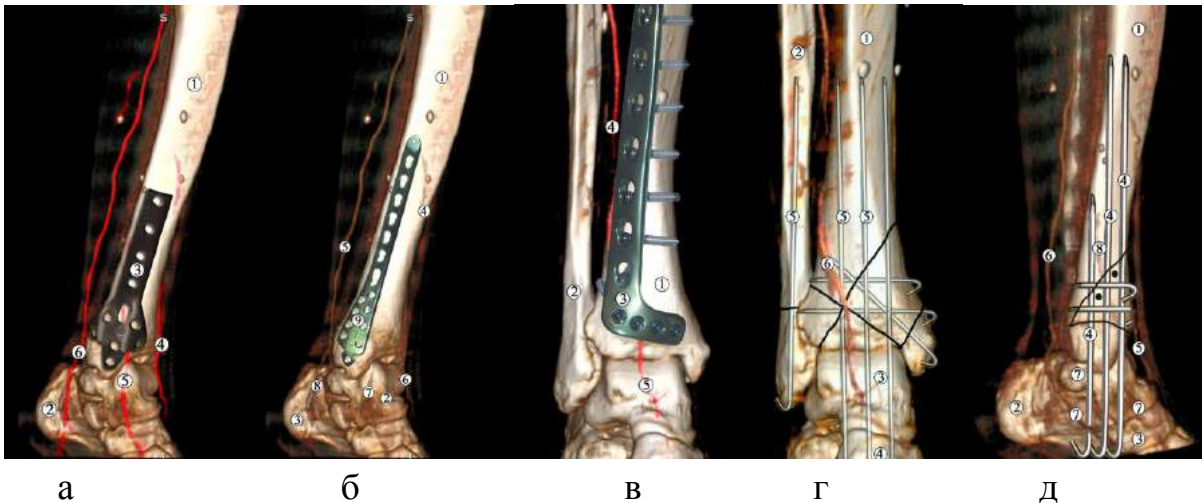


Рис. 6. Моделі остеосинтезу великогомілкової кістки: а) пластиною типу листка конюшини; б) медіальною опорною; в) передньолатеральною пластиною; г, д) малоінвазивна технологія з використанням спиць. Ділянка нижньої третини та над'яtkово-гомількового суглоба правої нижньої кінцівки. Контрастована МРТ.

Встановлено, що найбільшою мірою збереження джерел кровопостачання та зменшення додаткового порушення кровопостачання відламків відбувається в разі виконання малоінвазивного остеосинтезу.

Біомеханічні дослідження. Аналіз напружено-деформованого стану моделей із переломами дистального метаепіфіза кісток гомілки, сегментів 43 та 44 за АО, типу В1 та В2, фіксованих спицями та пластинами, показав, що використання запропонованого варіанту проведення спиць для остеосинтезу забезпечує нижчий рівень напружень у кісткових елементах за всіх видів навантаження, завдяки їхньому інтрамедулярному розташуванню, порівняно з

накістковою пластиною, яку розміщують з одного боку. Використання остеосинтезу спицями за всіх типів навантаження дозволяє знизити величину відносних деформацій кісткового регенерату практично по всій його площині завдяки меншій жорсткості спиць порівняно з пластиною. Дослідження напружено-деформованого стану моделей із переломом дистального метаепіфіза великогомілкової кістки типу С1 показало, що використання комбінованого остеосинтезу спицями та АЗФ на основі стрижнів забезпечує мінімальні напруження в кісткових елементах у ділянці перелому за умов всіх типів навантаження, а також дозволяє найбільш ефективно обмежити деформації кісткового реферату серед всіх інших методів фіксації відламків.

Результати клінічного застосування малоінвазивного остеосинтезу. Виносячи турботу про кровопостачання кістки та м'яких тканини на перше місце, ще раз підкреслено, що біології, як першорядному чиннику хорошого загоєння перелому, зараз приділяється найбільше значення (рис. 7).

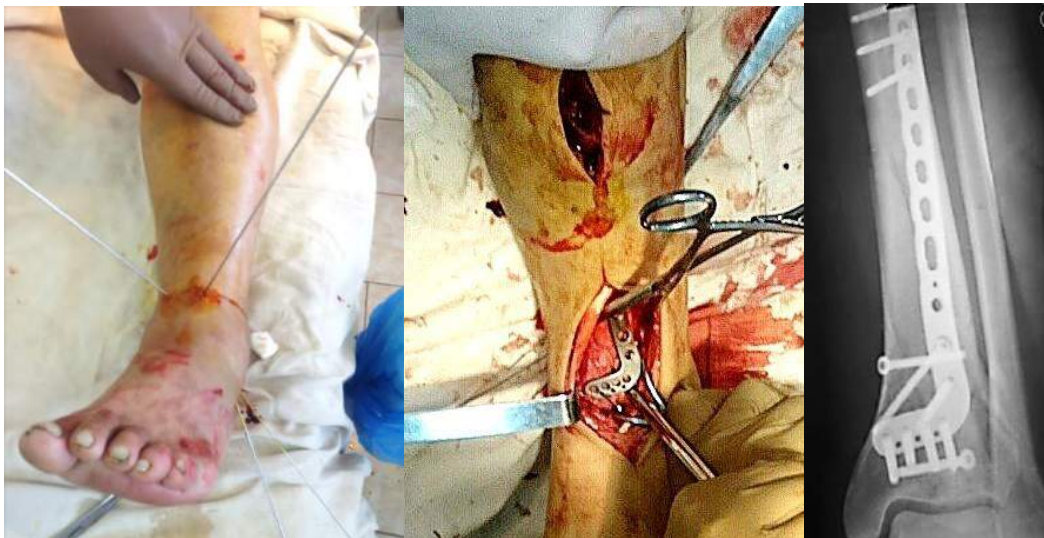


Рис. 7. Візуальне порівняння закритого малоінвазивного остеосинтезу і найсучаснішої технології остеосинтезу анатомічно адаптованими пластинами з кутовою стабільністю.

Аналіз віддалених результатів. Відповідно до принципів доказової медицини після оцінювання віддалених результатів операцій на надп'яточно-гомілковому суглобі за AOFAS Ankle-Hindfoot-Scale опрацьовано отримані результати з використанням параметричних методів статистичного аналізу. Використано програмне забезпечення Microsoft Office 2016 – Excel 2016 та програму для статистичної обробки даних BioStat 2007 (v. 5.9.8.5).

У результаті порівняння отриманих результатів окремих показників та суми балів загалом виявлено статистично різницю між окремими показниками по клінічним групам прооперованих нами пацієнтів (табл. 1).

Результати проведеного кореляційного аналізу наведено в табл. 2.

Одержані результати свідчать, що найбільш суттєвий вплив на якісний стан пацієнта чинять досліджувані показники у пацієнтів I групи, яким проведено хірургічне втручання на надп'яточно-гомілковому суглобі із

використанням спиць. Це виражалося в суттєво нижчому рівні болю (нижче від показника шкали Ankle-Hindfoot Scale на 17,7 %), вірогідно кращій функціональній активності пацієнтів (нижче від показника шкали Ankle-Hindfoot Scale лише на 10,84 %) на фоні якісного осьового балансу (нижче від показника шкали Ankle-Hindfoot Scale лише на 3,8 %).

Таблиця 1

Показники оцінювання віддалених результатів операцій на надп'ятково-гомільковому суглобі за Ankle-Hindfoot Scale, віддалені результати ($x \pm Sx$)

Показник	Група пацієнтів			
	I (n = 26)	II (n = 25)	III (n = 23)	загалом (n = 74)
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
Рівень болю	32,92 ± 1,469	26,25 ± 2,63 p < 0,05	32,61 ± 1,43 p ₂ < 0,05	31,40 ± 0,983
Обмеження в активності	7,54 ± 0,521	5,62 ± 0,479 p < 0,05	8,17 ± 0,451 p ₂ < 0,01	7,67 ± 0,316 p ₃ < 0,01
Максимальна відстань, яку може пройти пішки	4,50 ± 0,138	3,28 ± 0,295 p < 0,01	4,74 ± 0,093 p ₂ < 0,001	4,51 ± 0,090 p ₃ < 0,01
Хода по пересіченій місцевості, рельєфу	4,23 ± 0,194	3,45 ± 0,227 p < 0,05	4,16 ± 0,208 p ₂ < 0,05	4,28 ± 0,145 p ₃ < 0,01
Зміни у ході	6,92 ± 0,464	5,56 ± 0,431 p < 0,05	6,13 ± 0,351	6,44 ± 0,282
Сагітальний рух	7,68 ± 0,337	6,54 ± 0,354 p < 0,05	7,30 ± 0,319	7,16 ± 0,239
Рухи в задньому відділі стопи	5,82 ± 0,289	4,65 ± 0,397 p < 0,05	5,03 ± 0,263 p ₁ < 0,05	5,40 ± 0,185
Стабільність у суглобі та задньому відділі стопи	7,89 ± 0,115	6,45 ± 0,245 p < 0,001	7,65 ± 0,347 p ₂ < 0,05	7,67 ± 0,202 p ₃ < 0,01
Осьовий баланс	9,62 ± 0,157	8,54 ± 0,377 p < 0,05	9,13 ± 0,161 p ₁ < 0,05	9,54 ± 0,112 p ₃ < 0,05
Сума балів	84,00 ± 2,956	73,15 ± 3,54 p < 0,05	86,87 ± 2,87 p ₂ < 0,01	84,07 ± 1,94 p ₃ < 0,05

Примітка. Ступінь вірогідності різниці показників p – між I та II групами; p₁ – між I та III групами; p₂ – між II та III групами; p₃ – між II групою та усією вибіркою.

Матриця кореляційних зв'язків впливу показників (у балах) оцінювання результатів операцій на надп'яtkово-гомiлковому суглобі за Ankle-Hindfoot Scale на суму балів (r)

Показник	Група пацієнтів			
	I (n = 26)	II (n = 25)	III (n = 23)	загалом (n = 74)
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
Рівень болю	0,938 p < 0,001	0,847 p < 0,05	0,909 p < 0,001	0,117
Обмеження в активності	0,722 p < 0,01	0,888 p < 0,05	0,664 p < 0,05	-0,533 p < 0,001
Максимальна відстань, яку може пройти пішки	0,736 p < 0,01	0,874 p < 0,05	0,575 p < 0,05	-0,005
Ходьба по пересіченій місцевості	0,653 p < 0,05	0,663	0,792 p < 0,01	-0,094
Зміни у ході	0,738 p < 0,01	0,616	0,652 p < 0,05	-0,075
Сагітальний рух	0,735 p < 0,01	0,806 p < 0,05	0,676 p < 0,05	0,206
Рухи в задньому відділі стопи	0,691 p < 0,05	0	0,613 p < 0,05	-0,171
Стабільність у надп'яtkово-гомiлковому суглобі та задньому відділі стопи	0,528 p < 0,05	0,755 p < 0,05	0,647 p < 0,05	0,020
Осьовий баланс	0,766 p < 0,01	0,813 p < 0,05	0,651 p < 0,05	-0,057
Терміни вивчення віддалених результатів	0,837 p < 0,01	0,540	0,635 p < 0,05	-0,027

ВИСНОВКИ

У роботі вирішена актуальна задача травматології та ортопедії – покращення анатомічних та функціональних результатів лікування пацієнтів з осколковими внутрішньосуглобовими переломами дистального метаепіфіза кісток гомілки шляхом зменшення додаткового порушення кровопостачання відламків під час хірургічного втручання, біомеханічного обґрунтування стабільності їхньої фіксації та диференційованого застосування удосконаленої технології малоінвазивного остеосинтезу.

1. Аналіз напружено-деформованого стану та величин відносних деформацій кісткового регенерату моделей з переломами дистального метаепіфіза кісток гомілки (сегментів 43 за АО, типу В1 та В2), фіксованими спицями та пластинами, показав, що використання запропонованого варіанту проведення спиць для остеосинтезу забезпечує більш рівномірний характер розподілу напружень у кісткових елементах за всіх видів навантаження

порівняно з накістковою пластиною. Застосування остеосинтезу спицями за всіх типів навантаження дозволяє знизити величину відносних деформацій кісткового регенерату практично по всій його площині.

2. Дослідження напружено-деформованого стану та величину відносних деформацій кісткового регенерату моделей із переломом дистального метаепіфіза великогомілкової кістки типу С1 показало, що комбінований остеосинтез спицями та апаратом зовнішньої фіксації на основі стрижнів забезпечує мінімальні напруження в кісткових елементах у ділянці перелому за всіх типів навантаження, а також дає змогу найбільш ефективно обмежити деформації кісткового регенерату порівняно з використанням спиць, пластин або АЗФ окремо.

3. Анатомо-морфологічні дослідження показали, що по поверхні дистальних метаепіфізів велико- та малоомілкової кісток розташована велика кількість живильних отворів на відміну від діафіза. Найбільша їхня концентрація виявлена на зовнішній кісточці та над нею, а також на задній і передній поверхні зовнішньої кісточки. Враховуючи ці дані, а також дані тривимірного реконструювання судин, можна дійти висновку, що кровопостачання дистального метаепіфіза кісток гомілки здійснюється через розгалужену сітку судин із концентрацією в окремих зонах, що необхідно враховувати як під час оцінювання тяжкості переламу, так і в процесі вибору способу фіксації відламків певним способом.

4. На підставі морфологічного аналізу створених моделей остеосинтезу переломів дистального метаепіфіза кісток гомілки встановлено, що застосування пластин спричиняє стискання їх опорною поверхнею й ушкодження гвинтами тих судин, які не можуть бути відведені, тісно межують з окістям і суміжними структурами (передня великогомілкова артерія та її гілки в нижній третині передньої поверхні гомілки, латеральна та медіальна артеріальні кісточкові сітки), а також місця живильних отворів кісток гомілки. Навпаки, застосування для остеосинтезу спиць Ілізарова та Кіршнера не несе такої небезпеки.

5. Аналіз віддалених результатів лікування пацієнтів із внутрішньосуглобовими переломами дистального відділу кісток гомілки показав, що вони були статистично значущо найкращими за умов виконання малоінвазивного остеосинтезу. У них визначено суттєво нижчий рівень болю (нижчий за сумарний показник Ankle-Hindfoot Scale на 17,7 %), кращу функціональну активність (нижчий за сумарний показник Ankle-Hindfoot Scale лише на 10,84 %), суттєво якісний осьовий баланс (нижчий за сумарний показник Ankle-Hindfoot Scale лише на 3,8 %).

Найгіршими виявилися показники в групі постраждалих, яким виконано остеосинтез за допомогою АЗФ: рівень болю в них був на 34,38 % більшим, ніж у разі використання малоінвазивного остеосинтезу і пластин; функціональний стан над'яtkово-гомілкового суглоба був нижчим за показник Ankle-Hindfoot Scale на 28,90 %, осьовий баланс був знижений на 11,60 %. У випадку остеосинтезу пластинами виявлено практично аналогічні результати з групою малоінвазивного остеосинтезу, але вірогідно нижчі показники осьового балансу

(на 8,7 %) та знижений показник рухомості в задньому відділі стопи (на 16,17 %).

6. Проведений кореляційно-регресійний аналіз окремих досліджуваних показників віддалених наслідків прооперованого надп'яtkово-гомiлкового суглоба та заднього відділу стопи за Ankle-Hindfoot Scale показав чiткий кореляційно-регресійний зв'язок між сумарним показником якості життя пацієнтів та окремими складовими – рівнем болю, обмеженням активності, можливістю пересуватися, змінами ходи, осьовим балансом. Особливо чiтко це проявлялося у пацієнтів I групи (малоінвазивний остеосинтез), дещо нижче – II (пластина), і набагато гірше відповідно у пацієнтів II групи (лише АЗФ). Клінічно та біомеханічно обґрунтовано, що внесок цих величин у сумарний показник розподілився так (від 100 % згідно з Ankle-Hindfoot Scale): I клінічна група – 87,12 %, II – 70,34 %, III – 84,92 %.

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

У процесі лікування переломів сегментів 43 та 44 за АО методом вибору є удосконалена технологія малоінвазивного остеосинтезу переломів дистального метаепiфіза кісток гомiлки. Репозицію здійснюють під загальною або провідниковою анестезією під контролем електронно-оптичного перетворювача. При цьому використовують принцип лігаментотаксису, розтягуючи відламки за допомогою дистрактора. Якщо окремі кісткові фрагменти не репонується, використовують шило, однозубий гачок, яким користуються через окремі проколи шкіри. Кожен крок контролює рентгенотелевізійною апаратурою. Після усунення вивиху або підвивиху та досягнення репозиції виконують трансартикулярну фіксацію відламків, проводячи 2-3 спиці діаметром 2 мм із підшви у напрямку середини великогомілкової кістки. У разі імпресійного перелому виконують трепанаційний отвір на 5-6 см проксимальніше суглоба і через нього за допомогою спеціального інструмента відновлюють суглобову поверхню, а в отвір вводять автотрансплантат. Далі через окремі проколи шкіри проводять спиці в сагітальній площині на 4-5 мм проксимальніше надп'яtkово-гомiлкового суглоба, фіксуючи фрагменти, які утворюють суглобову поверхню. В окремих випадках спиці замінюють на канюльовані або звичайні гвинти. У разі зміщення перелому зовнішньої кісточки проводять її репозицію і закритий інтрамедулярний остеосинтез однією або двома спицями. Аналогічно фіксують внутрішню кісточку. Іноді спиці загинають у вигляді гачка та занурюють під шкіру. Це попереджає можливість інфікування тканин навколо них.

У разі переломів, коли основні фрагменти хоча б частково контактують між собою (43 А і 43 В за класифікацією АО або тип 1 і тип 2 за класифікацією переломів pilona за Rüedi и Allgöwer) іммобілізацію здійснюють за допомогою ортеза або гіпсової шини, яку через 7 днів замінюють на скотчкаст. За умов нестабільних переломів, коли відсутній контакт між основними фрагментами (43 С або тип 3 за Rüedi и Allgöwer), іммобілізацію здійснювали за допомогою удосконаленого варіанту АЗФ. Спиці видаляли через 6 тижнів. Термін іммобілізації 10-12 тижнів, після чого проводять курс реабілітації.

ПЕРЕЛІК РОБІТ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Васюк В. Л. Закритий малоінвазивний остеосинтез епіметафізарних переломів дистального відділу кісток гомілки / В. Л. Васюк, **О. А. Коваль** // Травма. – 2018. – Т. 19, № 5 – С. 110-121.

Особисто автором проаналізовано наукову літературу, виконано клінічну частину дослідження, підготовлено публікацію до друку.

2. **Коваль О. А.** Малоінвазивний остеосинтез переломів дистальних метаепіфізів кісток гомілки / **О. А. Коваль**, В. Л. Васюк // Проблеми травматології та остеосинтезу. – 2018. – № 1-2 (11-12) – С. 59-85.

Автор брав участь в операціях, формуванні бази даних, узагальненні результатів, підготував статтю до друку.

3. Васюк В. Л. Аналіз віддалених результатів малоінвазивного остеосинтезу переломів дистального метаепіфізу кісток гомілки за шкалою AOFAS Ankle-Hindfoot Scale / В. Л. Васюк, **О. А. Коваль**, С. В. Васюк // Проблеми травматології та остеосинтезу. – 2018. – № 3-4 (13-14). — С. 36-57.

Автор брав участь в операціях, був лікуючим лікарем пацієнтів, проаналізував результати лікування.

4. **Koval O.** Limited internal fixation in the distal metaepiphyseal shin fractures / **O. Koval**, V. Vasyuk // Moldovan Medical Journal. – 2018. – Vol. 61, No 3 – P. 31-38.

Автор відібрав пацієнтів, брав участь у хірургічних втручаннях, узагальнив отримані результати.

5. Цигикало О. В. Особливості кровопостачання кісток гомілки в ділянці гомілковостопного суглоба / О. В. Цигикало, **О. А. Коваль**, В. Л. Васюк, І. Ю. Олійник // Український журнал медицини, біології та спорту. – 2018. – Т. 3, № 5. – С. 54-57.

Автор особисто виконав топографо-анатомічні дослідження, взяв участь в узагальненні результатів і підготовці статті.

6. Васюк В. Л. Математичне моделювання варіантів остеосинтезу переломів дистального метаепіфізу великогомілкової кістки / В. Л. Васюк, **О. А. Коваль**, М. Ю. Карпінський, О. В. Ярьсько // Травма. – 2019. – Т. 20, № 1. — С. 37-46.

Особисто автором проаналізовано наукову літературу, запропоновано ідею експерименту, взято участь в аналізі результатів.

7. Васюк В. Л. Моделювання взаємовідношення кровоносних судин ділянки гомілково-стопного суглоба з фіксаторами для остеосинтезу при переломах дистального епіметафізу кісток гомілки / В. Л. Васюк, О. В. Цигикало, **О. А. Коваль** / Проблеми травматології та остеосинтезу. – 2019. – № 1–2 (15-16). – С. 7-18.

Особистий внесок автора полягає в участі в експериментальних дослідженнях, формуванні бази даних, узагальненні результатів і написанні статті.

8. Пат. 110064 Україна, МПК А61В 5/00 А61В 5/107 G01В 3/20 (2006.1). Пристрій для вимірювання опуклостей тіла людини / Бойчук Т. М.,

Цигикало О. В., Олійник І. Ю., Кашперук-Карпюк І. С., **Коваль О. А.**; заявник і патентовласник ВДНЗ України «Буковинський державний медичний університет». – № u201602514; заявл. 15.03. 2016; опубл. 26.09.2016, Бюл. № 18.

Особисто автором виконано патентно-інформаційний пошук, взято участь у проведенні експериментальних досліджень.

9. Цигикало О. В. Особливості кровопостачання кісток нижньої третини гомілки та ділянки гомілковостопного суглоба / О. В. Цигикало, В. Л. Васюк, **О. А. Коваль**: Матеріали III-ї Міжнародної науково-практичної конференції [«Природничі читання 2016»] (Чернівці, 19-22 травня 2016 р.) / МОЗ України, ВДНЗ України «Буковинський державний медичний університет». – Чернівці, 2016. – С. 67-68.

Здобувачем виконано аналіз джерел літератури, клінічну частину дослідження, написано тези.

10. **Коваль О. А.** Особливості кровопостачання дистального метаепіфіза кісток гомілки та ділянки гомілково-ступневого суглоба / **О. А. Коваль**, В. Л. Васюк: матеріали 98-ї підсумкової наукової конференції професорсько-викладацького персоналу (Чернівці, 13, 15, 20 лютого 2017 р.) / МОЗ України, ВДНЗ «Буковинський державний медичний університет». – Чернівці, 2017. – С. 147.

Автор проаналізував наукову інформацію, взяв участь в лікуванні пацієнтів та аналізі його результатів.

11. Vasyuk V. L. Clinical Aspects Of Pilon Fractures Surgical Treatment / V. L. Vasyuk, **O. Koval**, S. Kiriliuk, S. V. Vasiuk: матеріали науково-практичної конференції з міжнародною участю [«Актуальні питання травматології та остеосинтезу»], (Чернівці, 27-28 квітня 2017р.) / МОЗ України, ВДНЗ «Буковинський державний медичний університет». – Чернівці, 2017. – С. 151.

Автор проаналізував наукову інформацію, взяв участь у лікуванні пацієнтів та аналізі його результатів.

12. **Коваль О. А.** Кровопостачання кісток гомілки в ділянці гомілковостопного суглоба стосовно завдань остеосинтезу / О. А. Коваль, О. В. Цигикало, В. Л. Васюк, І. Ю. Олійник: Матеріали науково-практичної конференції, присвяченої 80-річчю з дня народження проф. І.М. Рубленика [«Теоретичні і практичні аспекти остеосинтезу та ендопротезування»], (Чернівці, 22 червня 2018 р.) / МОЗ України, ВДНЗ «Буковинський державний медичний університет». – Чернівці, 2018. – С. 165-167.

Автор виконав топографо-анатомічні дослідження, узагальнив їхні результати.

13. Vasyuk V. L. Closed mini-invasive osteosynthesis of distal metaepiphyseal tibial fractures / V. L. Vasyuk, **O. A. Koval**: International youth conference[«Perspectives of science and education»] (New York 23August 2018) / USA. New York, 2018. – P. 597-610.

Здобувачем виконано аналіз наукової літератури, клінічну частину дослідження.

АНОТАЦІЯ

Коваль О.А. Клініко-біомеханічне обґрунтування малоінвазивних технологій остеосинтезу в разі переломів дистального метаепіфіза кісток гомілки. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата 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.

Роботу присвячено покращенню анатомо-функціональних результатів лікування пацієнтів з осколковими внутрішньосуглобовими переломами дистального відділу кісток гомілки шляхом зменшення додаткового порушення кровопостачання відламків під час хірургічного втручання шляхом удосконалення, біомеханічного обґрунтування та диференційованого застосування технологій малоінвазивного остеосинтезу.

На підставі анатомічних і рентген-томографічних визначено особливості розташування живильних отворів по поверхні дистальних епіметафізів, через які заходять судини в кісткову тканину. Уперше показана найбільша їхня щільність по передньовнутрішній поверхні епіфіза великогомілкової кістки.

Аналіз напружено-деформованого стану скінченно-елементних моделей із переломами дистального метаепіфіза кісток гомілки типів B1, B2, C1 АО показав, що комбінований остеосинтез спицями та апаратом зовнішньої фіксації на основі стрижнів забезпечує мінімальні напруження в кісткових елементах у ділянці перелому за всіх типів навантаження, а також дає змогу найбільш ефективно обмежити деформації кісткового реферату

Доведено, що застосування запропонованої методики малоінвазивного остеосинтезу в разі переломів дистального метаепіфіза кісток гомілки у віддалені терміни забезпечує анатомо-функціональні результати, які загалом порівнянні з результатами у хворих, яким застосовано фіксацію відламків накістковими пластинами.

Ключові слова: переломи дистальної гомілки, переломи пілона, біомеханіка остеосинтезу, кровопостачання відламків, малоінвазивний остеосинтез, остеосинтез АЗФ, остеосинтез пластинами.

АННОТАЦИЯ

Коваль А.А. Клинико-биомеханическое обоснование малоинвазивных технологий остеосинтеза при переломах дистального метаэпифиза костей голени. – Квалификационная научная работа на правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата 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, Харьков, 2020.

Работа посвящена улучшению анатомо-функциональных результатов лечения пациентов с осколочными внутрисуставными переломами дистального отдела костей голени путем уменьшения дополнительного нарушения кровоснабжения отломков во время хирургического вмешательства путем усовершенствования, биомеханического обоснования и дифференцированного применения технологий малоинвазивного остеосинтеза.

Для выяснения особенностей кровоснабжения дистального отдела костей голени изучена локализация и количество сосудистых отверстий на поверхности соответствующей части каждой из них. Для этого исследовано 26 препаратов костей голени людей разного возраста. Обнаружено, что на поверхности дистальных метаэпифизов большеберцовой и малоберцовой костей расположено большое количество питательных отверстий в отличие от диафизов. Наибольшая их концентрация обнаружена на латеральной лодыжке и над ней, а также на задней и передней поверхности латеральной лодыжки. Таким образом, кровоснабжение дистального метаэпифиза костей голени осуществляется через разветвленную сеть сосудов с концентрацией в отдельных зонах, что необходимо учитывать как при оценке тяжести перелома, так и в процессе выбора способа фиксации отломков.

Топография прохождения основных артерий и вен голени и зоны голеностопного сустава исследована на созданных трехмерных реконструкциях 24 серий магнитно-резонансных томограмм людей в возрасте 23-72 года. Используя полученные 3D-реконструкции с идентифицированной топографией основных артерий, смоделированы ситуации с различными устройствами для фиксации переломов pilon и оценена вероятность повреждения этих сосудов. На основе полученных экспериментальных результатов установлены имеющиеся нарушения кровоснабжения фрагментов при переломах pilon, на основе чего разработан дифференцированный подход к применению различных видов остеосинтеза. Установлено, что применение пластин вызывает сжатие сосудов и повреждение винтами тех, которые не могут быть отведены, тесно граничат с надкостницей и смежными структурами (передняя большеберцовая артерия и ее ветви в нижней трети передней поверхности голени, латеральная и

медиальная артериальные лодыжечные сетки), а также места питательных отверстий костей голени. Напротив, в случае применения для остеосинтеза спиц Илизарова и Киршнера не возникает такой опасности.

Анализ напряженно-деформированного состояния конечно-элементных моделей с переломами дистального метаэпифиза костей голени (сегментов 43 по АО, типа В1 и В2), фиксированными спицами и пластинами, показал, что использование предложенного варианта проведения спиц для остеосинтеза обеспечивает более равномерное распределение напряжений в костных элементах и позволяет снизить величину относительных деформаций костного регенерата при всех видах нагрузки по сравнению с накостной пластиной. В случае перелома дистального метаэпифиза большеберцовой кости типа С1 установлено, что комбинированный остеосинтез спицами и аппаратом внешней фиксации на основе стержней обеспечивает при всех типах нагрузки минимальные напряжения в костных элементах, а также позволяет наиболее эффективно ограничить деформации костного регенерата.

Проанализированы результаты лечения 267 пациентов трех групп с внутрисуставными переломами дистального метаэпифиза костей голени с использованием разработанных и традиционной технологий: I группа (113 пациентов) – малоинвазивный остеосинтез с использованием спиц, винтов с иммобилизацией гипсовой повязкой или аппаратом внешней фиксации; II (36 человек) – остеосинтез аппаратом внешней фиксации, III (166) – остеосинтез пластинами. Установлено, что отдаленные результаты были статистически значимо лучшими после выполнения малоинвазивного остеосинтеза (I группа). Определен существенно меньший уровень боли (ниже суммарного показателя Ankle-Hindfoot Scale на 17,7 %), лучшая функциональная активность (ниже суммарного показателя Ankle-Hindfoot Scale на 10,84 %), существенно лучший осевой баланс (ниже суммарного показателя Ankle-Hindfoot Scale на 3,8 %).

Ключевые слова: переломы дистального отдела костей голени, переломы pilon, биомеханика остеосинтеза, кровоснабжение отломков, малоинвазивный остеосинтез, остеосинтез АВФ, остеосинтез пластинами.

SUMMARY

Koval O. A. Clinical and biomechanical substantiation of minimally invasive osteosynthesis techniques for the distal tibial epimetaphysis fractures. – The manuscript.

Thesis for the scientific degree of the candidate of medical sciences in specialty 14.01.21 – Traumatology and Orthopedics. – SI «Sytenko Institute of Spine and Joints Pathology National Academy of Medical Sciences of Ukraine», Kharkiv, 2020.

This work is aimed to improve the anatomical and functional outcomes of treatment for comminuted intra-articular fractures of the distal tibia by reducing the intraoperative damage to blood supply to the fragments taking into account the improvement, biomechanical reasoning and differentiated use of minimally invasive osteosynthesis techniques.

On the basis of anatomical and X-ray-tomographic studies the features of the location of the nutrient foramina in the distal epimetaphyses surface through which the vessels enter the bone is obtained. It is shown for the first time that the largest number the nutrient foramina are located on the anterior-inner surface of the tibia epiphysis.

Analysis of the stress-strain state and the relative deformations of finite element models of distal tibial metaphyseal fractures (segments 43 by AO, type B1, B2 and C1) showed that the combined osteosynthesis with needles and the external fixation device based on the rods provides minimal stresses in the bone elements, and be able to most effectively limit bone deformity compared to the use of needles, plates or external fixation apparatus separately.

It has been established that the use of minimally invasive osteosynthesis in case of distal metaphyseal fractures of the lower leg bones in the long term provide anatomical and functional results that are generally comparable to the results fixation of fragments by plates.

Key words: distal tibial fractures, pylon fractures, biomechanics of osteosynthesis, fragment blood supply, minimally invasive osteosynthesis, external fixator osteosynthesis, plate osteosynthesis.

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

АЗФ – апарат зовнішньої фіксації

БДМУ – Буковинський державний медичний університет

МРТ – магнітно-резонансна томографія