

ДЕРЖАВНА УСТАНОВА
«ІНСТИТУТ ТРАВМАТОЛОГІЇ ТА ОРТОПЕДІЇ
НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ МЕДИЧНИХ НАУК УКРАЇНИ»

БОДНЯ ОЛЕКСАНДР ІВАНОВИЧ

УДК 617.586.2-001-089-036

**КЛІНІКО-БІОМЕХАНІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ
МАЛОІНВАЗИВНОГО ОСТЕОСИНТЕЗУ ПРИ ЛІКУВАННІ
ПЕРЕЛОМІВ КІСТОК ЗАДНЬОГО ВІДДІЛУ СТОПИ ТА ЇХ НАСЛІДКІВ**

14.01.21. – травматологія та ортопедія

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
доктора медичних наук

Київ – 2021



Дисертацією є рукопис.

Робота виконана на кафедрі травматології та ортопедії Одеського національного медичного університету МОЗ України, м. Одеса.

Науковий консультант:

Заслужений лікар України, доктор медичних наук, професор
Сухін Юрій Віталійович, Одеський національний медичний університет МОЗ України, завідувач кафедри травматології та ортопедії

Офіційні опоненти:

доктор медичних наук, професор
Лябах Андрій Петрович, Державна установа «Інститут травматології та ортопедії Національної академії медичних наук України», завідувач відділу патології стопи та складного протезування

доктор медичних наук, професор
Черниш Володимир Юрійович, Донецький національний медичний університет МОЗ України, професор кафедри травматології, ортопедії та військово-польової хірургії

доктор медичних наук
Корольков Олександр Іванович, Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького МОЗ України, асистент кафедри травматології та ортопедії

Захист відбудеться «27» квітня 2021 року о 14:00 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.606.01 при ДУ «Інститут травматології та ортопедії НАМН України» за адресою: 01601, м. Київ, вул. Бульварно-Кудрявська, 27.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці ДУ «Інститут травматології та ортопедії НАМН України» за адресою: 01601, м. Київ, вул. Бульварно-Кудрявська, 27.

Автореферат розісланий «24» березня 2021 року

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради Д 26.606.01
доктор медичних наук, професор



Ю.М. Гук

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Обґрунтування вибору теми дослідження

Травму заднього відділу стопи відносять до особливої категорії пошкоджень скелета через складності її анатомії та біомеханіки, структури виникаючих переломів кісток на рівні підтаранного суглобу і схильності до розвитку посттравматичних наслідків (Черкес-Заде Д.И., 2002; Нікітін П.В., 2005; Корышков Н.А., 2006; Голухов Г.Н., 2007; Корж Н.А., 2010).

Переломи кісток заднього відділу стопи в структурі переломів опорно-рухової системи мають незначний відсоток від всієї скелетної травми, але найбільше переобтяжені різноманітними ускладненнями. Переломи п'яткової кістки становлять 1,01–5,7% випадків, таранної кістки – 0,17–1%, які мають в 75–92,8% випадків внутрішньосуглобовий характер ушкоджень. Особливість переломів цих кісток полягає ще в тому, що страждає не лише функція суглобів, які вони утворюють, не дивлячись на анатомічну реконструкцію, але і біомеханіка всієї стопи (Паламарчук В.В., 2002; Науменко М.В., 2012; Сімаков А.Ю., 2018; Кулик Н.Г., 2020; Meena S., 2016; Mattiassich G., 2017).

Відновлення функції заднього відділу стопи після переломів її кісток залишається найбільш складною і до кінця не розв'язаною проблемою сучасної травматології та ортопедії, а пошук нових шляхів до її рішення вельми актуальним. Серед фахівців і нині не сформувався підхід до вибору оптимальної тактики лікування переломів таранної та п'яткової кісток. Результати консервативного і хірургічного лікування даних переломів до теперішнього часу постійно порівнюються в багатьох клінічних дослідженнях і залишаються предметом дискусій. Запропоновані методи закритої репозиції не виправдовують себе та мають обмежені показання до їх застосування, а відкриті оперативні втручання надто травматичні і пов'язані з високим ризиком ускладнень. У світовій літературі визнається пріоритет використання відкритої репозиції та внутрішньої фіксації у постраждалих з травмою заднього відділу стопи, згідно рекомендаціям АО/ASIF (Корольов М.А., 2016; Каленський В.О., 2018; Ситник А.А., 2019; Бондаренко А.В., 2019; Muller M.E., 1987; Nicola R., 2013).

Однак, питанням лікування переломів таранної та п'яткової кісток у людей літнього і старечого віку приділяється недостатня увага. За наявності соматичної патології обсяг медичної допомоги зводиться до накладення гіпсової пов'язки та призначення знеболюючих препаратів, не дивлячись на наявність зміщення уламків. У пацієнтів старечого віку, з малорухливим способом життя, часто виникають медико-соціальні проблеми обумовлені відмовою в госпіталізації, мотивацією якої є старість, фізична слабкість та неможливість оперативного лікування внаслідок вікових змін в організмі та коморбідності. Складність лікування обумовлена тим, що в результаті травми порушуються адаптаційні механізми, які призводять до загострення супутніх хронічних захворювань та обмеження не тільки якості життя, але і в цілому становлять велику небезпеку життю пацієнта, порівняно з хворими інших вікових груп (Miyamura S., 2015).

Багато проблем у осіб до 60 років пов'язані з наявністю специфічних протипоказань до відкритої репозиції та внутрішньої фіксації закритих зміщених переломів – це тяжкі захворювання периферичних судин, остеопороз, ожиріння, цукровий діабет та терміни виконання операцій після травми у разі відкритого характеру перелому, а також фліктенах і не лише, наприклад, зловживання палінням тютюну. При цьому особливо не обговорюються можливі шляхи усунення зміщення уламків і подальша лікувальна тактика чи функціональна реабілітація даного контингенту пацієнтів (Лябах А.П., 2010; Гилев М.В., 2017; Sanders R., 2014; Kumar S.V., 2015; Luiz Carlos A.S., 2016).

Слід відзначити, що незважаючи на негативний вплив інтеркурентних захворювань на результат хірургічного втручання, який не є абсолютно доведеним, необхідно попереджати розвиток різних ускладнень, які потенційно несе відкрита репозиція та внутрішня фіксація кісток заднього відділу стопи у людей різних вікових груп. При цьому, згідно сучасної хірургічної тактики лікування пацієнтів до та понад 60 років, серед факторів, що визначають обсяг хірургічного втручання, найважливішими є ретельна передопераційна оцінка супутніх захворювань і загальний стан здоров'я у конкретного хворого.

Доведено, що частота ускладнень оперативного лікування безпосередньо залежить від дотримання показань до його застосування і в меншій мірі від ступеня хірургічної агресії – розміру та обсягу оперативного доступу. Незалежно від методів лікування переломів кісток заднього відділу стопи значна кількість (13–80,5%) несприятливих результатів внаслідок допущених помилок у ряді випадків з різних причин обумовлена розвитком ускладнень (35–48%) у разі лікування даної категорії постраждалих (Нікітін П.В., 2004; Гатина Е.Б., 2013; Каленский В.О., 2018). Серед визнаних інвалідами III і навіть II груп переломи п'яtkової кістки складають 61,2%, таранної кістки – 73,2% (Гайко Г.В., 2002; Балагурова Г.Г., 2009; Корж М.А., 2010; Guly H.R., 2001).

Сповна закономірно, що йде безперервний пошук оптимальних способів лікування цих пошкоджень, з урахуванням факторів ризику можливих ускладнень і категорій пацієнтів до та понад 60 років де є протипоказання до виконання відкритої репозиції та внутрішньої фіксації, основа яких закладена у використанні принципів малоінвазивної хірургії. Реалізація малоінвазивного остеосинтезу у осіб різного віку, незалежно навіть від наявності місцевої чи соматичної патології, дозволить впливати на функціональний результат (Коробушкін Г.В., 2013; Дмитрієв О.А., 2015; Подсонний А.А. 2016; Wallin K.J., 2014; Lu B., 2015; Jin C., 2017; Cong J., 2017; Mattiassich G., 2017).

Наслідки після переломів кісток заднього відділу стопи спостерігаються від 4% до 12% і, перш за все, пов'язані з неправильним зрощенням відламків, деформацією стопи, больовим синдромом і втратою опороздатності. Основна частина ускладнень (13,6–82%) пояснюється розвитком деформуючого артрозу підтаранного суглоба різних стадій при наслідках переломів п'яtkової кістки. Хірургічна реабілітація пацієнтів з наслідками даних переломів включає різні види підтаранного артродезу, необхідність виконання якого актуальна вже протягом перших 2–3 років після травми (Привалов А.М. 2009; Мирошникова Е.А., 2009; Ходжиєв А.С., 2016; Нанинець В.Я., 2018; Шкуро К.В., 2019).

Слід зазначити, що за останній час прогрес цих методик виявився лише в удосконаленні пластичних матеріалів, хірургічного інструментарію і методів фіксації, але без принципових змін у передопераційному плануванні та саме оперативній техніці. Найчастіше причини різних ускладнень пов'язані з тактичними і технічними помилками передопераційного планування та є наслідком недосконалої техніки хірургічних втручань. Пошук методик артродезування, що продовжується у зв'язку з цим, направлений на забезпечення щадного доступу до суглобових поверхонь, виправлення деформації і забезпечення умов для формування кісткового анкілозу підтаранного суглобу (Соломін Л.Н., 2017; Yu G.R., 2016; Whitaker C., 2018).

Таким чином, висока частота ускладнень та незадовільних результатів консервативного лікування, пов'язаних з наявністю протипоказань до відкритої репозиції та внутрішньої фіксації, а також недоліки реабілітації при наслідках переломів підтверджує актуальність вибраного напряму і теми дослідження. Медико-соціальна значимість переломів кісток заднього відділу стопи зумовила мету і завдання дисертаційної роботи для вирішення зазначених проблем, визначення оптимальної лікувальної тактики, встановлення показань та залучення удосконаленої малоінвазивної техніки остеосинтезу з використання інноваційних технологій передопераційного планування та комплексного підходу до реабілітації.

Зв'язок дисертаційної роботи з науковими планами і темами. Дисертаційна робота виконана відповідно до плану науково-дослідних робіт кафедри травматології та ортопедії Одеського національного медичного університету МОЗ України ("Оптимізація хірургічного лікування травм кінцівок та їх наслідків", шифр теми 580/18-22, держреєстрація № 0117U007492. В рамках наукової теми автор виконав біомеханічні дослідження, на підставі яких розробив малоінвазивні методики оперативних втручань та обґрунтував оптимальну хірургічну тактику лікування хворих з травмою заднього відділу стопи, а також взяв участь в передопераційному плануванні та хірургічному лікуванні наслідків цих пошкоджень, вивченні результатів в ранньому і віддаленому періодах).

Мета і завдання дослідження.

Метою дисертаційного дослідження є покращення анатомо-функціональних результатів лікування хворих з переломами заднього відділу стопи та їх наслідками шляхом застосування біомеханічно обґрунтованих та удосконалених методик малоінвазивного остеосинтезу.

Досягнення поставленої мети передбачає вирішення таких *завдань*:

1. Вивчити структурно-функціональний стан кісткової тканини у пацієнтів з переломами таранної та п'яtkової кісток віком до та понад 60 років.
2. Встановити фактори впливу на результати консервативного лікування у пацієнтів з переломами таранної та п'яtkової кісток та дослідити можливі взаємозалежності між функцією заднього відділу стопи та визначеними факторами.

3. Вивчити напружено-деформований стан заднього відділу стопи в системі «таранна кістка–фіксатор» та на основі розробленої моделі провести біомеханічне обґрунтування керованого остеосинтезу таранної кістки.

4. Вивчити напружено-деформований стан заднього відділу стопи у системі «п'яткова кістка–фіксатор» та провести біомеханічне обґрунтування моделі остеосинтезу п'яткової кістки різними засобами фіксації.

5. Удосконалити методики мінімально інвазивного остеосинтезу кісток заднього відділу стопи.

6. Розробити методику реконструкції заднього відділу стопи у разі неправильно зрощених переломів п'яткової кістки.

7. Удосконалити методику післяопераційної реабілітації у пацієнтів з переломами таранної та п'яткової кісток.

8. Вивчити результати лікування пацієнтів з переломами кісток заднього відділу стопи із застосуванням методик малоінвазивного остеосинтезу.

Об'єкт дослідження – структурно-функціональні зміни при переломах кісток заднього відділу стопи та їх наслідках.

Предмет дослідження – постраждалі з переломами кісток заднього відділу стопи, особливості вибору тактики лікування у гострому періоді травми, розробка та біомеханічне обґрунтування малоінвазивного остеосинтезу таранної та п'яткової кісток, передопераційне планування та оперативні втручання у пацієнтів з наслідками переломів п'яткової кістки.

Методи дослідження: інформаційно-аналітичні; клінічні; променеві; денситометричні; біомеханічні; експериментальні та статистичні.

Наукова новизна отриманих результатів.

Вперше продемонстрована різниця мінеральної щільності кісткової тканини у пацієнтів віком до та понад 60 років з переломами кісток заднього відділу стопи. У пацієнтів до 60 років з переломами п'яткової кістки визначено зниження Т-критерія більш 2,5 SD від референтного значення у 47,3 % випадків, а у осіб понад 60 років – у 77,5 %. Встановлено, що значення Т-критерія у пацієнтів з переломами п'яткової кістки вище від референтного значення у 1,6 разів у порівнянні з пацієнтами, які мали переломи таранної кістки ($p < 0,05$).

Вперше встановлені фактори впливу на результати лікування у пацієнтів з переломами кісток заднього відділу стопи: вік та мінеральна щільність кісткової тканини. У пацієнтів з переломами п'яткової кістки функціональний результат залежить від віку та мінеральної щільності кісткової тканини (статистично значима зворотна залежність від віку, пряма залежність від мінеральної щільності кісткової тканини); у пацієнтів з переломами таранної кістки функціональний результат залежить від віку (зворотна залежність).

Вперше вивчено напружено-деформований стан системи «таранна кістка–фіксатор» в умовах перелому її шийки та на підставі порівняльного математичного аналізу показано, що жорсткість фіксації у моделі таранної кістки гвинтами не має істотних переваг перед зовнішнім стрижневим пристроєм, різниця у досліджених показниках несуттєва ($p > 0,05$).

Вперше вивчено напружено-деформований стан системи «п'яткова кістка–фіксатор», проведено біомеханічне обґрунтування остеосинтезу п'яткової кістки різними засобами фіксації та показано зменшення жорсткості фіксації у порядку: спиці → гвинти, зовнішній пристрій → накіткова пластина.

Отримала подальший розвиток технологія малоінвазивного остеосинтезу у випадках переломів кісток заднього відділу стопи, вперше біомеханічно обґрунтовано застосування техніки мінімально інвазивних методик лікування даних ушкоджень у пацієнтів різних вікових груп.

Математично обґрунтована методика розрахунків клиноподібної резекції п'яткової кістки у разі неправильно зрощених переломів із застосуванням комп'ютерної програми для визначення протяжності резекції.

Вперше розроблено пристрій для визначення оптимального вагового навантаження на нижню кінцівку у післяопераційному періоді.

Практична значення отриманих результатів

Встановлені фактори впливу на результати лікування у пацієнтів різного віку з переломами кісток заднього відділу стопи дозволяють прогнозувати наслідки даних ушкоджень, підвищити ефективність лікування та попередити розвиток ускладнень, перш за все, у осіб старших вікових груп.

Клінічна апробація запропонованих зовнішніх пристроїв стрижневого типу для малоінвазивного остеосинтезу кісток заднього відділу стопи значно спрощує репозицію і фіксацію уламків, зберігаючи при цьому функцію гомілковостопного та підтаранного суглобів в ранньому післяопераційному періоді, що дозволяє покращити середньострокові результати лікування, завдяки поєднанню процесів консолідації перелому з реабілітацією пацієнта.

Модифікація закритої репозиції п'яткової кістки за Westhues/Essex-Lopresti та її комбінація з апаратом зовнішньої фіксації розширює покази до хірургічного лікування у хворих з високим коморбідним фоном, забезпечуючи стабільну фіксацію уламків на весь період зрощення.

Розроблена тактика малоінвазивного лікування з урахуванням наявності будь-якої супутньої патології у осіб різних вікових груп, що є протипоказанням до заглибного остеосинтезу, дозволяє оптимізувати індивідуальний підхід до диференційованого лікування постраждалих з переломами кісток заднього відділу стопи, уникнути ускладнень, знизити частку незадовільних результатів, скоротити терміни непрацездатності та інвалідність у пацієнтів даної категорії.

Застосування методики передопераційного планування реконструкції заднього відділу стопи і розрахунку клиноподібної остеотомії у випадках корегувального підтаранного артродезу у пацієнтів з неправильно зрощеними переломами п'яткової кістки забезпечує оптимальні умови для формування кісткового анкілозу та поліпшує статико-динамічну функцію кінцівки.

Представлена методика комплексної реабілітації і точність встановлення оптимального рівня вагового навантаження на стопу в розробленому пристрої дозволяють після остеосинтезу переломів таранної і п'яткової кісток значно скоротити терміни функціонального лікування.

Особистий внесок здобувача

Дисертаційна робота є самостійною завершеною науковою працею. Ідея даного дослідження належить авторові, який при аналізі стану та світових тенденцій підходу до проблеми, що вивчається, вибрав напрям роботи, обґрунтував та визначив мету і завдання дослідження. За особистою ініціативою дисертанта виконано імітаційне комп'ютерне моделювання напружено-деформованого стану системи «фіксатор–кістки заднього відділу стопи» в умовах порівняльного аналізу різних видів остеосинтезу, а також передопераційний розрахунок клиноподібної остеотомії тіла п'яткової кістки. Безпосередньо брав участь на всіх етапах біомеханічних досліджень, опрацюванні та інтерпретації отриманих результатів. Систематизація, розробка нових малоінвазивних та удосконалення існуючих методик відновного лікування пацієнтів з пошкодженнями кісток заднього відділу стопи належать авторові. Дисертантом вивчена ефективність різних методик реконструктивно-відновних втручань шляхом ретроспективних та проспективних клінічних спостережень в 461 нерандомізованих вибірках, які включені у роботу. Власний досвід виконання охоплює більше 200 оперативних втручань з приводу даної патології у тематичних пацієнтів проспективної групи, згідно яким проведено динамічне спостереження. Статистична обробка показників та їх інтерпретація належать авторові, що дозволило узагальнити результати лікування у клінічних групах, сформулювати висновки і розробити практичні рекомендації.

Клінічні дослідження виконані на кафедрі травматології та ортопедії Одеського НМедУ МОЗ України на базі трьох травматологічних відділень КНП «Міська клінічна лікарня №11» ОМР: ідея всіх розробок зовнішніх пристроїв для остеосинтезу п'яткової та шийки таранної кісток, а також модифікованого способу аксіальної репозиції п'яткової кістки за Westhues/Essex-Lopresti та корегувального підтаранного артрорезу належать авторові. На кафедрі професійної патології, клінічної і функціональної діагностики при консультативній та технічній допомозі д.мед.н., професора Ігнат'єва О.М. виконані дослідження структурно-функціонального стану кісткової тканини у пацієнтів різного віку з травмою заднього відділу стопи; створений аналізатор вагового навантаження "Rehabilister" на нижню кінцівку при консультативній та технічній допомозі інженера медичного устаткування Данілова П.В.

У лабораторії біомеханіки ДУ "Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М.І. Ситенка НАМН України" при консультативній та технічній допомозі наукових співробітників Карпінського М.Ю. та Яресько А.В. виконані порівняльні біомеханічні дослідження напружено-деформованого стану моделі п'яткової кістки після аксіальної репозиції за Westhues/Essex-Lopresti методом імітаційного комп'ютерного моделювання.

На кафедрі динаміки, міцності машин і опору матеріалів Одеського НПУ МОН України при консультативній та технічній допомозі к.т.н., доцента Свінар'ова Ю.М. виконано біомеханічне дослідження напружено-деформованого стану моделей таранної і п'яткової кісток в системі «фіксатор–кістки заднього відділу стопи». Ідея створення інноваційної програми для розрахунку клиноподібної остеотомії тіла п'яткової кістки належить авторові.

Апробація результатів дисертації

Основні положення, матеріали та результати дисертаційного дослідження повідомлені на: науково-практичній конференції з міжнародною участю «Реконструктивно-відновні методи в травматології та ортопедії» (Донецьк–Сопіно, 2007); науково-практичній конференції з міжнародною участю «І Український симпозіум з біомеханіки опорно-рухової системи» (Дніпропетровськ, 2012); всеукраїнській науково-практичній конференції з міжнародною участю «Сучасні теоретичні та практичні аспекти травматології та ортопедії» (Донецьк–Урзуф, 2013); 5-й міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні методи лікування навколо- та внутрішньосуглобових ушкоджень» (Одеса, 2013); науково-практичній конференції з міжнародною участю «Нові технології в ортопедії та травматології» (Одеса, 2018); науково-практичній конференції з міжнародною участю «Актуальні питання травматології та остеосинтезу» (Вінниця, 2019); XVIII з'їзді ортопедів-травматологів України (Івано-Франківськ, 2019); наукових засіданнях Одеської Асоціації ортопедів-травматологів (2017, 2019, 2020 pp.).

Публікації

За результатами дослідження опубліковано 20 статей у провідних наукових фахових виданнях, що входять до переліку, затвердженому ДАК МОН України, отримано 5 патентів України (з них 2 на винахід), 6 тез у збірниках матеріалів з'їздів і міжнародних науково-практичних конференцій. Видано 2 нововведення та 2 інформаційні листи. Публікації включені до науково метричних баз: РИНЦ, Index Copernicus, Ulrich's Periodicals Directory, «Україна наукова» (Джерело), PubMed, Google Scholar.

Структура та обсяг дисертації

Дисертація викладена на 344 сторінках комп'ютерного тексту, ілюстрована 127 рисунками та містить 47 таблиць. Текст роботи складається з анотації, вступу, аналітичного огляду літератури, 6 розділів опису клінічного матеріалу, методів експериментальних та клінічних досліджень, аналізу та узагальнення результатів власних досліджень, висновків, списку використаних джерел літератури та додатків. Бібліографічний покажчик посилань охоплює 330 найменувань (178 – кирилицею, 152 – латиницею).

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У «**Вступі**» обґрунтовано актуальність проблеми лікування пацієнтів з переломами кісток заднього відділу стопи та їх наслідків, сформульовано мету й визначено завдання дослідження, охарактеризовано наукову новизну і практичне значення отриманих результатів, наведені відомості про апробацію та практичне впровадження роботи.

Перший розділ, «Сучасний стан проблеми лікування переломів кісток заднього відділу стопи та їх наслідків», присвячений аналітичному огляду літератури, а саме критичному аналізу з приводу медико-соціальної значущості заднього відділу стопи, де особлива увага надана лікуванню пацієнтів з переломами таранної та п'яткової кісток, а також їх наслідкам. У

переважаючій більшості публікацій, розглядаються питання надання допомоги пацієнтам працездатного віку, де результати лікування кращі, ніж у постраждалих літнього та старечого віку. У той же час тактика та техніка лікування хворих до та понад 60 років з високим коморбідним фоном висвітлені в літературі абсолютно недостатньо. Зустрічаються різні точки зору на етапи надання допомоги та черговість оперативних втручань у разі множинних та поєднаних пошкоджень у осіб різних вікових груп.

Досвід багатьох авторів показує, що у переважній більшості випадків відкрита репозиція та внутрішня фіксація має вищу ефективність серед інших методик лікування. Немає сумніву в тому, що безпосередньо під візуальним контролем репозиція дозволяє досягти найкращого анатомічного відновлення форми пошкодженої кістки, а значить і функціонального результату. Згідно аналізу післяопераційних ускладнень у осіб різного віку визначені протипоказання до застосування відкритої репозиції та внутрішньої фіксації, які пов'язані з локальною чи супутньою соматичною патологією. Однак, можливих шляхів усунення зміщення уламків та подальша функціональна реабілітація у даного контингенту постраждалих не обговорюється.

У порівнянні з існуючим консервативним лікуванням та заглибним остеосинтезом кісток заднього відділу стопи перспективним за цих обставин має бути удосконалений малоінвазивний остеосинтез з урахуванням факторів ризику можливих ускладнень і категорій пацієнтів до та понад 60 років. Закономірно, що йде безперервний пошук ефективного лікування переломів кісток заднього відділу стопи та їх наслідків з аналітичною оцінкою сучасного рівня розвитку питання. Консервативне та хірургічне лікування травм даної локалізації мають рівні права, але різні показання до застосування.

Другий розділ, «Матеріал та методи дослідження», представлена структура наукового дослідження, охарактеризовані матеріал та методи дослідження, які розкривають предмет дослідження в період з 2007 до 2020 рр. у 3-ох відділеннях травматології та ортопедії КНП «МКЛ № 11» ОМР м. Одеса.

В рамках проведеного дослідження серед загальної кількості спостережень (1047) обстежено 461 пацієнт у віці 18–87 років з переломами кісток заднього відділу стопи та їх наслідками. З метою об'єктивної оцінки ефективності відновлення функції ушкодженої стопи здійснили порівняльний аналіз результатів лікування у групах *порівняння* (206 пацієнтів) і *дослідження* (255 пацієнтів), що були зіставні за всіма основними характерними показниками.

Група *порівняння* (n=189; 145 чоловіків та 44 жінки; середній вік – $43,2 \pm 17,5$ років) включала пацієнтів, яким застосовано консервативне лікування, що проводилося згідно існуючих методик;

Група *дослідження* (n=250; 198 чоловіків та 52 жінки; середній вік – $41,9 \pm 19,5$ років) представлена пацієнтами, яким застосовані розроблені нами малоінвазивні методики остеосинтезу.

Серед загальної кількості обстежених представлені дві групи пацієнтів (n=22) з наслідками переломів п'яtkової кістки, в яких виділяли групу

порівняння ($n=17$; 12 чоловіків та 5 жінок; середній вік – $46,3 \pm 8,3$ років), де були використані звичайні види підтаранного артродезу та групу дослідження ($n=5$; 3 чоловіки та 2 жінки; середній вік – $44,5 \pm 9,9$ років), де застосували розроблений нами спосіб корегувального підтаранного артродезу з використанням методики передопераційного розрахунку величини основи клиноподібної остеотомії тіла п'яткової кістки в якості аутотрансплантата.

У дослідження включені пацієнти різного віку з ізольованими, множинними та поєднаними переломами кісток заднього відділу стопи, у котрих була наявність протипоказань до відкритої репозиції та внутрішньої фіксації, а також пацієнти з наслідками переломів п'яткової кістки.

Критерієм виключення з дослідження стали постраждалі з підтаранними вивихами стопи, остеохондральні (кістково-хрящові) переломи таранної кістки та переломи кісток заднього відділу стопи у поєднанні з переломами кісток тазу та верхніх і нижніх кінцівок.

Діагностичний процес вивчення травми заднього відділу стопи та її наслідків ґрунтувався на отриманих даних у разі клініко-рентгенологічного дослідження пацієнтів. Значна роль у діагностиці пошкоджень належала методу клінічного обстеження постраждалих проспективної групи у гострому періоді травми, який проводили за стандартною схемою первинного обстеження хворого. Проведені променеві методи дослідження підтвердили ряд ознак та види зміщень уламків, що характеризують визначений тип як таранної, так і внутрішньосуглобових переломів п'яткової кістки, відмічених у літературі. У своїх дослідженнях використали робочу класифікацію таранної кістки на підставі модифікованої класифікації L.G. Hawkins (1970) та R. Marti & V.G. Veber (1976). При визначенні типів переломів використали робочу класифікацію п'яткової кістки на підставі рентгенологічної класифікації Essex-Lopresti (1952) та I.V. Фішкіна (1986). Окремі дослідження переломів враховували дані КТ за класифікацією R. Sanders (2000).

Вплив отриманих показників та значень на ступінь тяжкості внутрішньосуглобових переломів п'яткової кістки встановлювали з урахуванням запропонованих нами рентгенологічних ознак наявності зміщення уламків. Залежно від зміни величини кута Böhler (три ступеня зміщення) встановлювали три ступеня тяжкості переломів п'яткової кістки (легкий, середній, тяжкий).

Серед наслідків переломів кісток заднього відділу стопи виділяли 5 стадій деформуючого артрозу таранно-п'яткового суглоба, згідно даних рентгенологічного дослідження за класифікацією J.H. Kellgren & J.S. Lawrence.

При виконанні дослідження шляхом експериментального моделювання імітаційним методом кінцевих елементів представлена методика біомеханічної оцінки жорсткості фіксації таранної та п'яткової кісток у різних конструкціях для їх остеосинтезу. Під час комп'ютерного моделювання методом кінцевих елементів створені імітаційні моделі систем «фіксатор–кістки заднього відділу стопи» та проведені біомеханічні дослідження з визначенням жорсткості фіксації за умов обмежень переміщень та прикладення зовнішніх навантажень: поодиноких зосереджених сил та моментів, що діють на вільний кінцевий

перетин. У разі оцінки отриманих результатів експерименту, виходили з того, що чим менше модуль еквівалентних переміщень та модуль еквівалентних кутів поворотів за умови близьких величин еквівалентних напружень, тим вище характеристики жорсткості досліджуваної моделі.

Результати лікування переломів кісток заднього відділу стопи оцінювали за показниками найбільш відомої шкали *AOFAS* (Американське ортопедичне товариство стопи та гомілковостопного суглоба) та шкали *FFI* (Індекс функції стопи). Статистично матеріал аналізувався за допомогою методів параметричної і непараметричної статистики.

Третій розділ, «Аналіз результатів консервативного лікування пацієнтів з переломами кісток заднього відділу стопи», включав загальну ретроспективну характеристику 189 хворих клінічної групи *порівняння* після консервативного лікування, котрим була протипоказана відкрита репозиція та внутрішня фіксація зміщених переломів кісток заднього відділу стопи у зв'язку з соматичними захворюваннями та проблемами з м'якими тканинами, особливо у осіб старших вікових груп.

Із загальної кількості хворих у 8 діагностовано переломи таранної кістки (5 чоловік і 3 жінки, середній вік – $30,1 \pm 4,8$ років), переломи п'яткової кістки – у 181 (140 чоловіків і 41 жінка, середній вік – $47,4 \pm 10,9$ років). Ступінь тяжкості ушкодження визначав лікувальну тактику. Так, у всіх випадках закритих пошкоджень таранної кістки без зміщення застосована іммобілізація гіпсовою пов'язкою. В 73 (35,78%) випадках переломів п'яткової кістки без зміщення проведено лікування гіпсовою пов'язкою. Не дивлячись на наявність зміщення уламків вона використана в 35 (19,34%) спостереженнях без попередньої ручної репозиції, а в ургентному порядку виконана після ручної репозиції – в 131 випадках (64,22%).

Клінічне вивчення впливу вікового фактора на тактику лікування та результати після переломів кісток заднього відділу стопи ґрунтувалося на порівнянні та аналізі особливостей у групах до та старше 60 років.

Вивчена структуру помилок та ускладнень, а також визначені фактори, що впливають на віддалені функціональні результати лікування цієї категорії пацієнтів. За допомогою денситометрії вивчено стан кісткової тканини та визначені фактори впливу, що сприяли розвитку незадовільних наслідків. Аналіз мінеральної щільності кісткової тканини у пацієнтів з переломами кісток заднього відділу стопи показав достовірну ($p < 0,05$) різницю показників у вікових групах до та понад 60 років. Так, у пацієнтів до 60 років з переломами п'яткової кістки визначено зниження показників Т-критерія більш $2,5 SD$ від референтного значення у 47,3% випадків, а у осіб понад 60 років – у 77,5%. Встановлено, що отримані показники у порівнянні з пацієнтами, які мали переломи таранної кістки, статистично перевищують в 1,6 разів ($p < 0,05$).

У пацієнтів з переломами кісток заднього відділу стопи на функціональний результат лікування впливають вік та мінеральна щільність кісткової тканини: у випадках переломів п'яткової кістки встановлена статистично значима зворотна залежність від віку ($r = -0,861$, $p < 0,01$) та пряма

залежність від мінеральної щільності кісткової тканини ($r=0,557, p<0,01$); у випадках переломів таранної кістки встановлена зворотна залежність від віку ($r=-0,573, p<0,01$).

На підставі проведеного аналізу клінічного матеріалу, встановлено, що несприятливі наслідки переломів кісток заднього відділу стопи обумовлені тяжкістю травми і невиправданим вибором тактики лікування. Визначені помилки (лікувально-організаційні – 7,37%, діагностичні – 16,84%, тактичні – 52,63%, технічні – 23,16%) та ускладнення (ранні – 50,41%, пізні – 49,59%), які спостерігали в 69,47% у разі використання консервативного лікування.

У пацієнтів групи *порівняння* за оцінкою AOFAS ($73,1\pm 11,2$) та FFI ($23,9\pm 10,8$) зазначено, що через 1–3 роки за результатами консервативного лікування у динаміці кількість отриманих відмінних результатів у 18 (9,52%) пацієнтів та добрих – у 39 (20,64%) істотно не змінювалась. Однак задовільні результати у 85 (44,97%) і погані – у 47 (24,87%) мали зафіксовану зворотну динаміку, що проявлялася збільшенням реєстрації їх кількості ($p>0,05$). Подібну динаміку та розподіл результатів виявили у випадках оцінки якості життя, а саме больового синдрому за FFI.

У четвертому розділі, «Біомеханічне обґрунтування застосування малоінвазивного остеосинтезу кісток заднього відділу стопи», недоліки консервативного лікування у клінічній групі *порівняння* стали підставою для експериментально-теоретичного дослідження, метою якого було біомеханічне обґрунтування та удосконалення методик малоінвазивного остеосинтезу в умовах наявності протипоказань до відкритої репозиції та внутрішньої фіксації.

В експериментальній частині роботи проведено 4 види біомеханічних досліджень, а саме: імітаційне комп'ютерне моделювання напружено-деформованого стану системи «таранна кістка–фіксатор» за умов порівняльного внутрішнього остеосинтезу гвинтами з стрижневим пристроєм зовнішньої фіксації; імітаційне комп'ютерне моделювання напружено-деформованого стану системи «п'яткова кістка–фіксатор» за умов порівняльного накісткового остеосинтезу пластиною з стрижневим пристроєм зовнішньої фіксації; імітаційне комп'ютерне моделювання напружено-деформованого стану системи «п'яткова кістка–фіксатор» за умов порівняльного внутрішнього остеосинтезу спицями та гвинтами після аксіальної репозиції за Westhues/Essex-Lopresty; розрахунок основи клиноподібного аутотрансплантату у разі остеотомії п'яткової кістки у фронтальній площині, який забезпечить корекцію заднього відділу стопи у сагітальній площині за умов виконання корегувального підтаранного артродезу.

Відповідно до поставлених завдань нами розроблено і впроваджено у клінічну практику пристрій та закрита техніка керованої зовнішньої фіксації переломів шийки таранної кістки (тип II), що отримав статус корисної моделі (патент України № 139150 від 26.12.2019).

Пристрій відноситься до керованих зовнішніх фіксаторів на стрижневій основі, зібраних з набору стандартних деталей апарату «Остеомеханік», який є

конструкцією, що складається з двох зовнішніх опор – стабілізуючої і репонуючої (рис. 1).

У ході експериментального дослідження використали комп'ютерну модель перелому шийки таранної кістки. Об'єкти дослідження розділили на дві групи, в кожній з яких виконували комп'ютерне моделювання фіксації кісткових фрагментів запропонованим методом черезкісткового остеосинтезу та внутрішнього остеосинтезу двома спонгіозними гвинтами $\varnothing 4 \times 45$ мм.

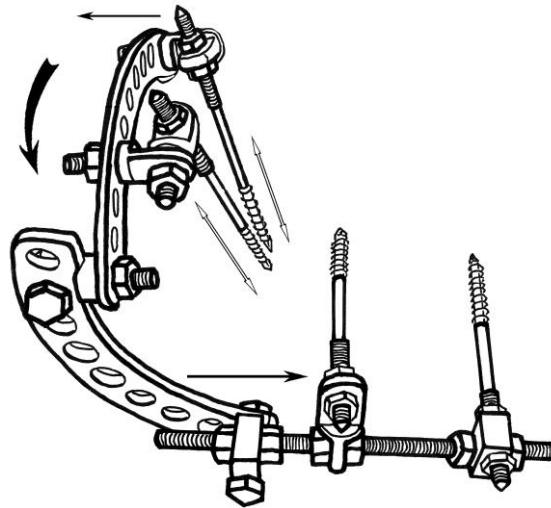


Рис. 1. Пристрій для черезкісткового остеосинтезу шийки таранної кістки

Розроблений нами пристрій для зовнішньої стрижневої фіксації переломів шийки таранної кістки у ході біомеханічних досліджень показав досить високу стабільність у порівнянні з класичним внутрішнім остеосинтезом двома паралельно введеними спонгіозними гвинтами, незалежно від напрямку їх проведення. Достовірність спостережень підтверджують розрахунки, отримані в результаті порівняльного математичного моделювання черезкісткового і внутрішнього остеосинтезу переломів шийки таранної кістки.

На підставі проведених експериментальних досліджень з вивчення показників жорсткості фіксації доведено, що у разі остеосинтезу шийки таранної кістки переважає біомеханічна модель стрижневого зовнішнього пристрою, де максимальні значення параметрів напружено-деформованого стану дорівнюють 112,9 МПа, у порівнянні з гвинтами – 107 МПа. З аналізу цих даних видно, що напружено-деформований стан в умовах фіксації фрагментів таранної кістки порівняно з моделями фіксації гвинтами мають один порядок і поступаються їм всього лише в межах 5–12% і тому за наявності таких малих деформацій у плані жорсткості варіант фіксації гвинтами не має істотних переваг перед стрижневим пристроєм зовнішньої фіксації ($p > 0,05$).

У рамках даного дослідження нам вдалося розширити показання та удосконалити техніку виконання методики малоінвазивного остеосинтезу всіх типів переломів п'яtkової кістки за Westhues/Essex-Lopresti, що отримала статус винаходу (патент України № 120307 від 11.11.2019). Згідно поставленим у роботі завданням теоретично проведено біомеханічне обґрунтування застосування модифікованого способу (рис. 2).

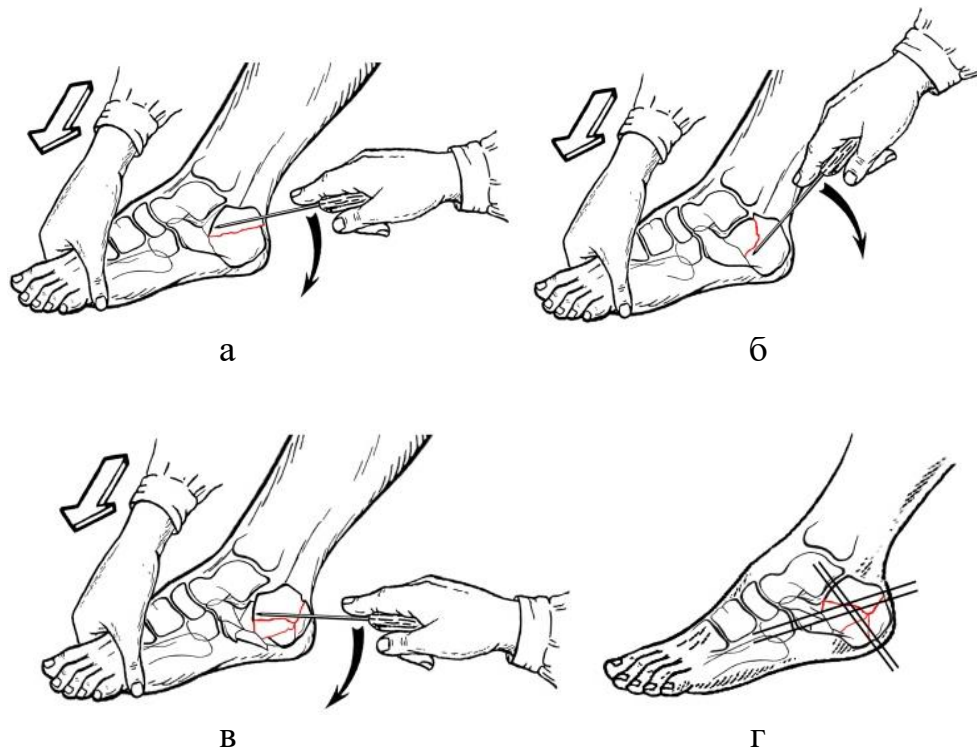


Рис. 2. Етапи виконання репозиції язикоподібного (а), імпресійного (б), роздробленого (в) та їх фіксації (г) перелому п'яткової кістки

Ефективність нашої розробки і достовірність стабільної фіксації відламків підтверджують розрахунки, отримані в результаті математичного моделювання порівняльного остеосинтезу двох класичних типів внутрішньосуглобових переломів п'яткової кістки – язикоподібного та імпресійного. Для порівняння після аксіальної репозиції моделювали у першому варіанті, запропонований нами, трансартикулярний спосіб фіксації спицями Ілізарова. У другому варіанті остеосинтезу досліджували фіксуючі можливості гвинтів з суцільною спонгіозною різьбою за А.В. Левченко (2013).

Дослідження напружено-деформованого стану моделей заднього відділу стопи визначило, що стабільність фіксації за умов застосування модифікованої аксіальної репозиції переломів п'яткової кістки за Westhues/Essex-Lopresti обґрунтована біомеханічними дослідженнями, які визначили, що за розрахунками в зоні перелому максимальні напруження в спицях складають 10,7 МПа, в гвинтах – 23,5 МПа, та свідчать про те, що жорсткість фіксації уламків спицями перевищує остеосинтез гвинтами в 2,19 рази ($p < 0,05$).

Нами також розроблено і впроваджено в клінічну практику пристрій та закриту техніку керованої зовнішньої фіксації переломів п'яткової кістки, що отримали статус корисної моделі (патент України № 140187 від 10.02.2020).

Виходячи з поставленої мети, дослідження проводилися на об'ємній моделі заднього відділу стопи. Об'єкти дослідження розділили на дві групи, в кожній з яких виконували комп'ютерне моделювання фіксації кісткових фрагментів накістковим остеосинтезом LCP пластиною «Rimbus» (Німеччина) і розробленим стрижневим зовнішнім пристроєм (рис. 3).

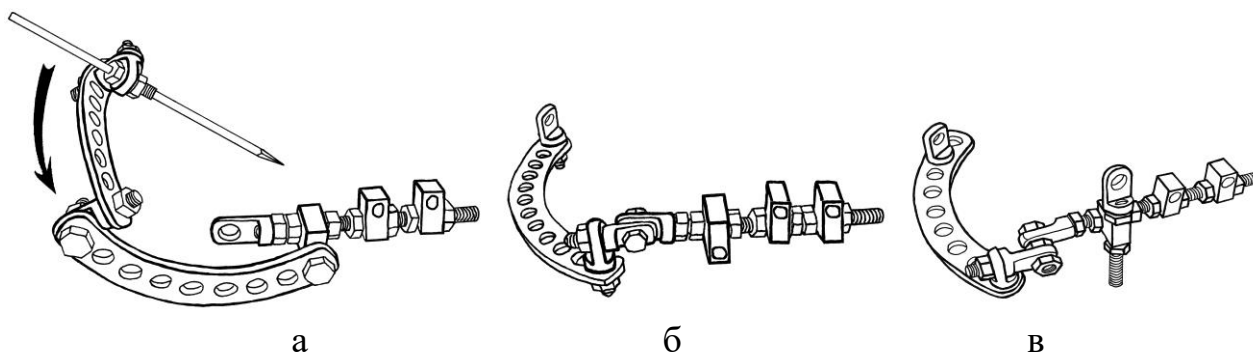


Рис. 3. Пристрій в робочому (а) та статичному (б) стані у разі репозиції язикоподібних та імпресійних (в) переломів п'яткової кістки

За результатами біомеханічного експерименту отримані показники за умов різних моделей переломів та варіантах комп'ютерних моделей конструкцій для черезкісткового та накісткового остеосинтезу п'яткової кістки, де максимальні значення параметрів напружено-деформованого стану для стрижневого пристрою склали 110-113 МПа, а для накісткової пластини – 109-115 МПа. Відносні деформації фрагментів п'яткової кістки у разі фіксації пластиною становлять 44–79% від величин визначених за умов фіксації в стрижневому пристрої. Таким чином, величини відносних деформацій п'яткової кістки в стрижневому пристрої перевищують величини у разі використання металеві пластини у 1,26–2,28 рази. Настільки малі абсолютні величини деформацій при язикоподібному і імпресійному переломах п'яткової кістки не мають визначального значення ($p > 0,05$).

З метою усунення наслідків переломів п'яткової кістки нами розроблений спосіб реконструкції заднього відділу стопи у сагітальній площині шляхом корегувального підтаранного артродезу з кістковою аутопластиком, що отримав статус винаходу (патент України № 121637 від 25.06.2020).

Для передопераційного планування нами розроблена методика розрахунку клиноподібної остеотомії тіла п'яткової кістки. Заздалегідь виконували стандартну функціональну рентгенограму (з навантаженням) пошкодженої стопи в бічній проекції. З даної рентгенограми знімали скіаграму, на якій першим етапом викреслювали референтні лінії через відомі точки. Шляхом внесення отриманих величин в комп'ютерну програму розраховували необхідну величину основи кісткового клину C_1C_2 у разі остеотомії (рис. 4).

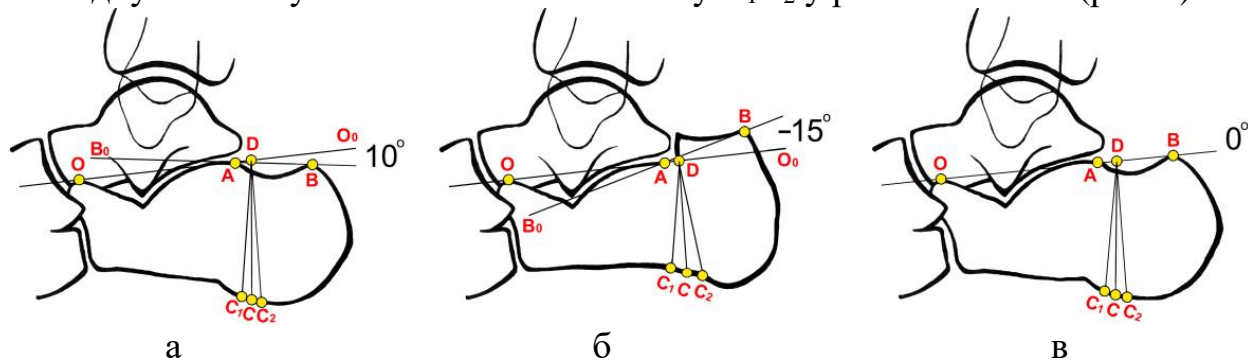


Рис. 4. Скіаграми з рентгенограм стопи у бічній проекції у разі позитивного (а), негативного (б) і нульового (в) кута Böhler

П'ятий розділ, «Тактика та техніка малоінвазивного остеосинтезу при лікуванні пацієнтів з переломами кісток заднього відділу стопи», присвячений клініко-статистичному аналізу функціональних результатів лікування у 250 пацієнтів клінічної групи *дослідження* з переломами кісток заднього відділу стопи, котрим, у зв'язку з наявністю місцевих та загальних протипоказань до відкритої репозиції та внутрішньої фіксації, виконали малоінвазивний остеосинтез за новими розробленими та відомими модифікованими методиками.

У процесі виконання роботи обстежені пацієнти з різною локалізацією та тяжкістю переломів таранної та п'яtkової кісток (198 чоловіків та 52 жінки, середній вік яких склав $41,9 \pm 19,5$ років). Серед даного контингенту під нашим наглядом перебували 19 пацієнтів з унілатеральними переломами таранної кістки, з яких поєднувалися з пошкодженням хребта у 6. Серед 176 пацієнтів відзначені унілатеральні пошкодження п'яtkової кістки, з них поєднувалися з переломом хребта – у 19, білатеральні переломи встановлені у 55 випадках.

Вирішення проблеми лікування травм заднього відділу стопи у дослідженні засновано на принципах мінімально інвазивної оперативної техніки втручань. Прямими показами до застосування розроблених методик, окрім супутніх захворювань у осіб різних вікових груп, були фліктени, садна та відкриті пошкодження.

Виходячи з цього, клінічна частина дослідження представлена пацієнтами з переломами шийки (тип II) таранної кістки, які прооперовані за нашою методикою ($n=8$; 6 чоловіків, 2 жінки, середній вік $42,1 \pm 7,7$ років). Незважаючи на малу кількість власних спостережень аналіз результатів лікування пацієнтів з переломами шийки таранної кістки (тип II) показав добрі можливості керованої стрижневої фіксації розробленим оригінальним зовнішнім пристроєм.

З метою забезпечити високий ступінь ефективності і позитивний клінічний результат, нами удосконалена техніка виконання аксіальної репозиції за Westhues/Essex-Lopresti за умов усіх типів внутрішньосуглобових переломів п'яtkової кістки. На початку впровадження застосували аксіальну репозицію у хворих з супутніми захворюваннями і периферичною судинною патологією нижніх кінцівок ($n=24$; 22 чоловіки, 2 жінки, середній вік $40,2 \pm 8,5$ років).

Подальше удосконалення призвело до її застосування у молодих і середнього віку пацієнтів, а також у хворих даної вікової категорії комбінованого остеосинтезу, використовуючи пристрій зовнішньої фіксації після проведення аксіальної репозиції. За допомогою малоінвазивного комбінованого остеосинтезу прооперовані пацієнти з переломами п'яtkової кістки ($n=72$; 53 чоловіки, 19 жінок, середній вік – $40,8 \pm 10,1$ років).

Багаторічний клінічний досвід використання аксіальної репозиції дозволив знайти шляхи удосконалення методики, в результаті чого розроблені пристрої керованої зовнішньої фіксації на спице-стрижневій та стрижневій підставі. Враховуючи виявлені недоліки аксіальної репозиції та комбінованого остеосинтезу, нами удосконалено та використано черезкістковий остеосинтез на спице-стрижневій основі (патент України №126436). Клінічна частина

дослідження представлена пацієнтами з переломами п'яtkової кістки, які прооперовані за запропонованою нами методикою ($n = 51$; 42 чоловіки, 9 жінок, середній вік $42,6 \pm 9,0$ років). Досвід використання пристрою виявив позитивну зовнішню керованість уламками у фронтальній площині, в основному, у випадках імпресійних переломів п'яtkової кістки (34 пацієнта). Однак у разі язикоподібних переломів (17 пацієнтів) застосування гвинт-стрижня, введеного у сагітальній площині в п'яtkовий горб показало, що за рахунок шарнірних з'єднань його низведення, за аналогією аксіальної репозиції за Westhues/Essex-Lopresty, призводить до підвивиху задньої суглобової фасетки дозад.

У зв'язку з виявленими на практиці технічними недоліками, що відбилися на можливостях якісної репозиції внутрішньосуглобових переломів п'яtkової кістки, ми провели біомеханічний аналіз причин з метою їх усунення за умов удосконаленої нової зовнішньої конструкції. У результаті запропоновано пристрій і техніку остеосинтезу, які мають свої особливості, а саме – на підставі закладеного авторського способу перкутанної техніки аксіальної репозиції реалізується принцип використання у пристрої знімного репонуючого вузла. Клінічна частина запропонованого малотравматичного хірургічного втручання представлена пацієнтами з внутрішньосуглобовими переломами п'яtkової кістки ($n = 10$; 8 чоловіків, 2 жінки, середній вік – $42,8 \pm 8,2$ років).

Вважаємо, що не менш важливою особливістю переломів кісток заднього відділу стопи є поєднання їх з переломами інших кісток скелету, оскільки воно спричиняє найбільш тяжкі наслідки. Провели проспективний аналіз результатів застосування хірургічної тактики лікування білатеральних переломів п'яtkової кістки ($n = 55$; 47 чоловіків, 8 жінок, середній вік $38,4 \pm 10,9$ років), в яких використані розроблені нами малоінвазивні методики. Серед 55 постраждалих з ушкодженнями 110 п'яtkових кісток позасуглобові переломи склали 6 (5,46%) спостережень, внутрішньосуглобові переломи відзначені в 104 (94,54%) випадках. Ступінь тяжкості білатеральних ушкоджень п'яtkової кістки визначали за Фішкіним І.В. (1985) на підставі робочої схеми пошкоджень, залежно від поєднання типів переломів з обох сторін. Представлені групи переломів полегшують прогнозування наслідків травми і визначають тактику подальшого лікування.

З часом відзначається збільшення частки поєднаної травми таранної кістки з переломами хребта, що підвищує інтерес до даної проблеми, яка в кожному випадку викликає певні труднощі в діагностиці та виборі лікувальної тактики. Для проспективної оцінки тактики лікування і вибору оптимальної хірургічної техніки оперативних втручань проведений аналіз серед пацієнтів з поєднаними ушкодженнями таранної кістки та грудопоперекового відділу хребта ($n = 6$; чоловіків 5, жінок 1, середній вік $36,3 \pm 11,1$ років). Основним в передопераційній діагностиці було чітке розуміння морфології пошкоджень таранної кістки і хребетного рухового сегмента. Перш за все, виявлені неускладнені переломи хребта різного ступеня тяжкості у всіх травмованих: нижньогрудного відділу (Th_{xII}) у 1 хворого, поперекового – у 5. З метою встановлення пріоритетності та черговості хірургічних втручань, здійснювали раціональний підхід до визначення лікувальної тактики. Вважаємо, що

хірургічне лікування у постраждалих з відкритими переломами або закритими перелоμο-вивихами таранної кістки слід проводити на першому етапі в ургентному порядку з метою запобігання тривалого здавлювання уламками заднього великогомілкового судинно-нервового пучка і, як наслідок, розвитку асептичного некрозу. На другому етапі через 5–7 днів після госпіталізації пацієнти були переведені у відділення нейрохірургії, де їм провели різні хірургічні втручання (транспедикулярна фіксація) на хребті протягом тижня.

Поєднані пошкодження п'яткової кістки та хребта відносять до тяжких травм, які у функціональному відношенні найбільш несприятливі, оскільки навіть ізольовані їх пошкодження можуть стати причиною інвалідизації. З цього приводу провели проспективний аналіз лікування у хворих з переломами п'яткової кістки та хребта ($n = 19$; 11 чоловіків, 8 жінок, середній вік – $37,9 \pm 9,8$ років). Серед хворих, що надійшли з переломами грудопоперекового відділу хребта були неускладнені та компримовані різного ступеня тяжкості хребці. Визначали оптимальний підхід до лікування хворих, дотримуючись алгоритму хірургічної тактики, яка залежала від тяжкості поєднаних пошкоджень даної локалізації. Визначено 4 групи переломів, поєднання яких дозволило встановити пріоритетність та черговість оперативного втручання.

Так, до *I групи* ми віднесли випадки поєднаних переломів п'яткової кістки і хребта, що не потребували оперативного лікування але в клінічній групі *дослідження* не спостерігали. *II група* поєднаних переломів представлена випадками хірургічного втручання (транспедикулярна фіксація) виключно на хребті (3 пацієнта). *III групу* в нашій клінічній практиці склали 12 пацієнтів, які мали показання до оперативного лікування тільки п'яткової кістки, яке проведене за нашою малоінвазивною методикою. У *IV групі* розглянутих пошкоджень знадобилося оперативне втручання на двох сегментах (4 пацієнта). Спочатку хворі надходили до нейрохірургічного відділення, де для стабілізації ураженого сегмента хребта застосована транспедикулярна фіксація (коротка чи довга). Потім, через 5–7 діб хворі були переведені у відділення травматології, де їм продовжили лікування та виконали за розробленою нами методикою комбінований остеосинтез п'яткової кістки.

Фіксація уламків таранної кістки у пристрої тривала 12–14 тижнів, п'яткової кістки 10–12 тижнів. Дозоване навантаження на ушкоджену стопу хворі виконували через 2,5–3 місяці після операції, повну (із тростиною) – через 4 місяці. Осьове навантаження після зняття апарату зовнішньої фіксації поступово збільшували протягом 4 тижнів.

За результатами аналізу технічних можливостей ми прийшли до висновку, що розроблені методики дозволяють, незалежно від сторони пошкодження (права або ліва стопа), провести малоінвазивний остеосинтез на підставі закритої репозиції і стабільної фіксації уламків на термін, необхідний для консолідації, зберігаючи при цьому функцію гомілковостопного та підтаранного суглобів.

Реабілітаційні заходи ми умовно розділили на 3 періоди: I-й – до 2 тижнів з моменту операції; II-й – від моменту виписки хворого із стаціонару до зняття апарату; III-й – від зняття апарату до виписки потерпілого на роботу. Усім

хворим на весь період реабілітації призначали загальноприйнятую консервативну терапію з використанням препаратів, спрямованих на профілактику асептичного некрозу, трофічних розладів і розвитку дегенеративних змін у підтаранному суглобі, а також фізіофункціональне лікування.

Проспективний клініко-статистичний аналіз ранніх і віддалених анатомо-функціональних результатів малоінвазивного лікування провели у всіх пацієнтів групи *дослідження*. Відповідно до принципів доказової медицини нами проведена клініко-рентгенологічна оцінка ефективності лікування даних ушкоджень. Анатомо-функціональні об'єктивні результати вивчені за допомогою шкали AOFAS ($88,7 \pm 5,2$), інтенсивність больового синдрому визначали за FFI ($6,8 \pm 3,4$).

У підсумку, з даних клінічної оцінки функціональних результатів хірургічного лікування 250 пацієнтів в клінічній групі *дослідження* впливає, що оптимальна малоінвазивна техніка дозволила, незважаючи на тяжкість ушкоджень отримати відмінні результати хірургічного лікування у 87 (34,8 %) пацієнтів, добрі – у 117 (46,8 %), задовільні – у 37 (14,8 %) і погані – у 9 (3,6 %). Отже, отримані нами результати підтверджують думку про те, що техніка закритої малоінвазивної репозиції без безпосереднього візуального контролю не поступається відкритій репозиції та внутрішній фіксації за можливостями досягнення вправлення уламків як таранної (тип II), так і п'яtkової кісток, а їх стабільна фіксація позитивно впливає на функціональні результати, тому у фахівців може бути методом вибору у лікуванні пацієнтів різного віку з переломами даної локалізації за умов наявності будь-яких протипоказань до відкритої репозиції та внутрішньої фіксації.

У **шостому розділі, «Лікування наслідків переломів кісток заднього відділу стопи»** клінічна частина серед загальної кількості спостережень представлена 22 пацієнтами з наслідками переломів п'яtkової кістки, яких розподілили на дві групи:

- групу *порівняння* – 17 пацієнтів (12 чоловіків та 5 жінок віком від 30 до 67 років, медіана – $46,3 \pm 8,3$ років), яким виконані відомі види підтаранного артрорезу;

- групу *дослідження* – 5 пацієнтів (3 чоловіки та 2 жінки у віці від 29 до 55 років, медіана – $44,5 \pm 9,9$ років), яким виконаний модифікований підтаранний артрорез з корегувальною остеотомією.

Ретроспективний аналіз спостережень у клінічних групах від 1,5 до 3 років після травми показав низьку ефективність консервативного лікування первинних переломів п'яtkової кістки, підкресливши актуальність дослідження і доцільність пошуку удосконаленого способу корегувального підтаранного артрорезу.

Поставлена мета в клінічних групах досягалася забезпеченням умов формування кісткового анкілозу таранно-п'яtkового суглоба та відновлення конфігурації кісткових структур, відповідальних за біомеханіку опори і функцію заднього відділу стопи (рис. 5).

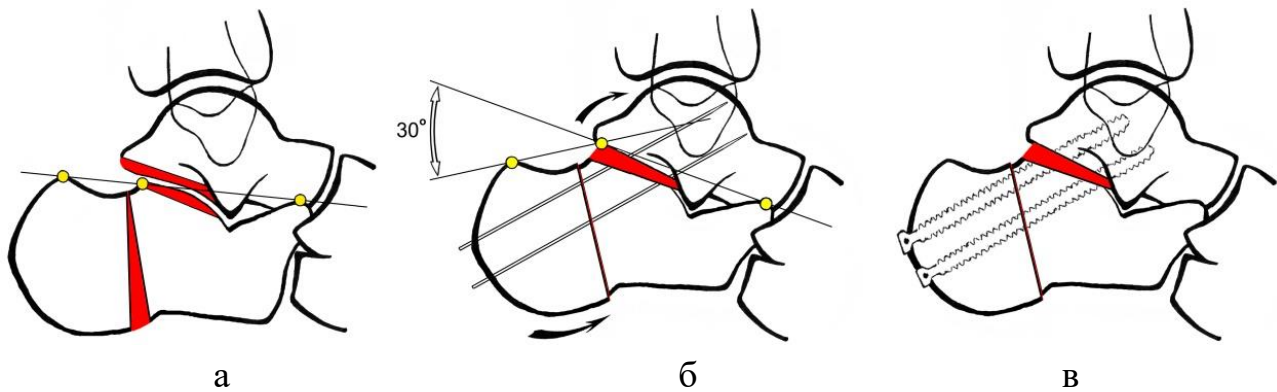


Рис. 5. Схема виконання корегувального підтаранного артродезу:
 а – клиноподібна резекція п'яткової кістки і суглобових поверхонь;
 б – кісткова пластика таранно-п'яткового суглоба і фіксація спицями;
 в – міжфрагментарна компресія канюльованими гвинтами

Оцінку функціональних результатів та аналіз ефективності підтаранного артродезу у групі *порівняння* та модифікованої методики у групі *дослідження* провели через 6, 12 і більше місяців після операції (медіана – $18,2 \pm 3,1$ місяців).

Сумарні значення результатів лікування за критеріями шкали AOFAS у групі *порівняння*, у порівнянні з вихідними даними до операції, показали кращі середньострокові показники після підтаранного артродезу – $65,9 \pm 10,2$ балів, а за візуально-аналоговою шкалою больового синдрому FFI – $24,8 \pm 8,4$ балів. За даними променевих методів дослідження у пацієнтів було визначено збільшення середніх показників кута Böhler (з $10,9 \pm 0,4^\circ$ до $15,7 \pm 2,2^\circ$), однак у жодного з них не вдалося змінити кут нахилу таранної кістки ($12,5 \pm 3,1^\circ$), що клінічно позначилося на обмеженні розгинальних рухів у гомілковостопному суглобі ($7,5 \pm 1,2^\circ$), поряд зі значним зниженням больового синдрому. Тому нами не визначено достовірного зв'язку між кутом нахилу таранної кістки і кількістю балів за шкалою AOFAS ($p > 0,05$). Середній термін формування кісткового підтаранного анкілозу склав $105,8 \pm 3,9$ днів. Згідно з критеріями ефективності лікування, отримані показники відповідають «помірному» поліпшенню функціонального стану стопи і, отже, «задовільному» результату.

Порівняльний аналіз результатів у групі *дослідження* показав переваги застосування модифікованого артродезу перед традиційною методикою, що підтверджено кращими середніми показниками відновлення функції, опороспроможності і вираженості больового синдрому, які склали за шкалою AOFAS – $79,5 \pm 5,7$ балів, за FFI – $15,3 \pm 1,2$ балів ($p < 0,05$), що відповідає «значному» поліпшенню функціонального стану стопи і визнані як «добрі».

Аналіз даних променевих методів дослідження порівняно з вихідними свідчить про те, що у всіх випадках спостережень у післяопераційному періоді визначена позитивна динаміка реконструкції форми пошкоджених анатомічних структур стопи та підтверджене формування кісткового підтаранного анкілозу.

Після модифікованого артродезу аналіз рентгенограм показав збереження кутових співвідношень заднього відділу стопи у пацієнтів групи *дослідження*: відновлення кута Böhler до $26,2 \pm 5,9^\circ$; кута нахилу таранної кістки до $35,8 \pm 4,7^\circ$, що клінічно позитивно позначилося на розгинальних рухах у гомілковостопному суглобі – $9,6 \pm 3,8^\circ$. Середній термін формування кісткового підтаранного анкілозу у пацієнтів склав $85,9 \pm 2,4$ днів.

Таким чином, використання запропонованої комбінації артродезування підтаранного суглоба і корегувальної клиноподібної резекції п'яткової кістки показало кращі результати у відновленні функціонального стану заднього відділу стопи і зниженні інтенсивності больового синдрому у пацієнтів з наслідками переломів п'яткової кістки. Тому розроблений спосіб може бути методом вибору при лікуванні патології даної локалізації і мати широке застосування в ортопедо-травматологічній практиці.

Виявлені обставини обумовлюють необхідність подальших досліджень з достатньою для достовірності кількістю пацієнтів, більш тривалим періодом спостереження і глибоким аналізом причин ускладнень. Тому проблема підтаранного артродезування залишається до теперішнього часу актуальною і вимагає продовжити в цьому напрямку пошук щадних доступів до суглобових поверхонь і їх обробці, а також удосконалення техніки фіксації для забезпечення умов формування кісткового анкілозу.

Сьомий розділ, «Аналіз та узагальнення результатів дослідження», в рамках проведеного дослідження обстежений 461 пацієнт у віці від 18 до 87 років з переломами кісток заднього відділу стопи та їх наслідками за умов наявності місцевої чи супутньої соматичної патології, що була протипоказанням до застосування відкритої репозиції та внутрішньої фіксації за рекомендаціями АО/ASIF.

Для об'єктивної оцінки ефективності відновлення ушкоджень даної локалізації провели порівняльний аналіз результатів лікування в групах *порівняння* (189 пацієнтів) та *дослідження* (250 пацієнтів).

Середній термін спостережень у клінічних групах склав $45,7 \pm 17,5$ міс. (з 6 міс. до 10 років) після травми. Контрольні обстеження у хворих групи *порівняння* проведені, в середньому, через $61,1 \pm 14,3$ міс. (6–120 міс.), у групі *дослідження* з моменту операції – через $32,4 \pm 12,9$ міс. (6–58 міс.), що відповідає термінам для достовірної оцінки результатів лікування.

У підсумку, середній показник віддалених функціональних результатів всіх переломів кісток заднього відділу стопи у групі *дослідження* за шкалою оцінки AOFAS ($88,7 \pm 5,2$) та FFI ($6,8 \pm 3,4$) достовірно ($p < 0,05$) був вищий за показники середніх віддалених результатів у клінічній групі *порівняння*, відповідно, ($73,1 \pm 11,2$) та ($23,9 \pm 10,8$).

У цілому, серед 439 обстежених пацієнтів у віддаленому періоді травми позитивні (відмінні та добрі) результати (81,6 %) у групі *дослідження* (250 пацієнтів) також практично перевищили аналогічний показник (30,16 %) у групі *порівняння* (189 пацієнтів). Незадовільні результати при цьому склали 3,6 % і значно поступалися показникам групи *порівняння* (24,87 %).

У випадках лікування наслідків переломів п'яркової кістки у групі порівняння (17 пацієнтів) та групі дослідження (5 пацієнтів) доведено перевагу застосування модифікованої нами методики клиноподібної остеотомії та корегувального підтаранного артрорезу, що підтверджується функціональними та рентгенологічними дослідженнями реконструкції заднього відділу стопи у сагітальній площині. Передопераційне планування дозволило уникнути під час хірургічного втручання технічних помилок у разі реконструкції форми пошкоджених анатомічних структур стопи. Середній термін настання зрощення у зоні резекції суглобових поверхонь таранно-п'яркового суглоба у пацієнтів групи дослідження склав $85,9 \pm 2,4$ днів проти $105,8 \pm 3,9$ днів у групі порівняння. Кістковий анкілоз створив сприятливі біомеханічні умови для ходьби, що в цілому забезпечило достовірно кращі ($p < 0,05$) функціональні результати за оцінкою AOFAS ($79,5 \pm 5,7$) балів та FFI ($15,3 \pm 1,2$) балів у віддаленому періоді, ніж у групі порівняння, відповідно, ($65,9 \pm 10,2$) та ($24,8 \pm 8,4$) балів.

У заключенні необхідно відзначити, що на підставі аналізу результатів лікування пацієнтів в обох клінічних групах з переломами таранної та п'яркової кісток у віддаленому періоді, доведена ефективність використання запропонованої нами хірургічної тактики і удосконаленої малоінвазивної техніки остеосинтезу із застосуванням стрижневих пристроїв, що підтверджено клініко-рентгенологічними і біомеханічними дослідженнями. Впровадження в практику удосконаленого малоінвазивного остеосинтезу є клінічно більш ефективним і безпечним, оскільки сприяє скороченню термінів тимчасової непрацездатності в 1,4 рази, збільшенню показників за AOFAS та FFI – в 1,2 рази та покращенню анатомо-функціональних результатів в 2,7 рази за рахунок запобігання розвитку ускладнень в 6,4 рази, що дозволило знизити частоту незадовільних результатів лікування в 6,9 разів та інвалідність – в 3,9 рази.

Таким чином, на підставі вивчених факторів, що впливають на несприятливі наслідки лікування пацієнтів з переломами кісток заднього відділу стопи, розроблена єдина концепція вибору оптимального методу лікування та отримані науково обґрунтовані функціональні результати. Сукупність даних, отриманих у ході дослідження, є варіантом вирішення наукової проблеми шляхом системного підходу до поліпшення анатомо-функціональних результатів малоінвазивного лікування цих ушкоджень та їх наслідків для широкого впровадження у клініки практичної охорони здоров'я.

ВИСНОВКИ

У дисертації наведено науково-практичне вирішення актуальної проблеми травматології та ортопедії – покращення анатомо-функціональних результатів лікування хворих з переломами кісток заднього відділу стопи та їх наслідками. Отримані нові дані про можливість застосування біомеханічно обґрунтованих та вдосконалених методик малоінвазивного остеосинтезу, що дозволило оптимізувати лікувальну тактику в умовах наявності протипоказань до відкритої репозиції та фіксації і тим самим досягти значного медико-соціального ефекту.

1. Аналіз структурно-функціонального стану кісткової тканини у пацієнтів з переломами кісток заднього відділу стопи показав достовірну різницю ($p < 0,05$) показників мінеральної щільності кісткової тканини у вікових групах до та понад 60 років. Дослідження у пацієнтів до 60 років з переломами п'яtkової кістки показало зниження Т-критерія більш 2,5SD від референтного значення у 47,3 % випадків, а у осіб понад 60 років – у 77,5 %. Визначено, що у пацієнтів з переломами п'яtkової кістки частота зниження мінеральної щільності кісткової тканини статистично перевищує в 1,6 разів показники у порівнянні з пацієнтами, які мали переломи таранної кістки ($p < 0,05$).

2. Встановлено, що у пацієнтів з переломами кісток заднього відділу стопи на функціональний результат лікування впливають вік та мінеральна щільність кісткової тканини: у випадках переломів п'яtkової кістки визначена статистично значима зворотна залежність від віку ($r = -0,861, p < 0,01$) та пряма залежність від мінеральної щільності кісткової тканини ($r = 0,557, p < 0,01$); у випадках переломів таранної кістки встановлена зворотна залежність від віку ($r = -0,573, p < 0,01$).

3. Напружено-деформований стан при фіксації моделі таранної кістки стрижневим зовнішнім пристроєм (112,9 МПа) характеризується тим, що має один порядок та суттєво не відрізняється від фіксації гвинтами (107 МПа). Різниця у досліджених значеннях коливається в межах 5–12 %, тому в плані жорсткості за умов таких малих деформацій варіант фіксації гвинтами не має істотних переваг перед стрижневим пристроєм зовнішньої фіксації ($p > 0,05$).

4. Порівняльні біомеханічні результати розрахунків жорсткості фіксації уламків п'яtkової кістки показали, що у разі дослідження напружено-деформованого стану відносні деформації фрагментів у моделі стрижневого пристрою (110-113 МПа) перевищують в 1,26–2,28 рази ($p < 0,05$) величини відносних деформацій за умов використання моделі накісткової пластини (109-115 МПа). Стабільність фіксації у разі застосування модифікованої аксіальної репозиції переломів п'яtkової кістки за Westhues/Essex-Lopresti обґрунтована біомеханічними дослідженнями напружено-деформованого стану моделей заднього відділу стопи, які визначили, що за розрахунками у зоні перелому максимальні напруження в спицях складають 10,7 МПа, в гвинтах – 23,5 МПа, та свідчать про те, що жорсткість фіксації уламків спицями перевищує остеосинтез гвинтами в 2,19 рази ($p < 0,05$).

5. Модифікована методика мінімально інвазивного остеосинтезу у випадках переломів таранної та п'яtkової кісток дозволяє відновити анатомію ушкоджених кісток у межах норми у пацієнтів віком до та понад 60 років, за наявності відкритого перелому чи вираженого коморбідного стану. Малоінвазивна методика репозиції п'яtkової кістки за Westhues/Essex-Lopresti у хворих різних вікових груп спрямована на скорочення тривалості виконання оперативних втручань ($3,8 \pm 0,2$ хвилин) за наявністю супутньої патології, що позитивно вплинуло на покращення функціональних результатів.

6. Розроблена техніка реконструкції заднього відділу стопи та методика передопераційних математичних розрахунків клиноподібної резекції п'яtkової кістки із застосуванням комп'ютерної програми забезпечили умови для

формування кісткового анкілозу підтаранного суглоба, покращили статико-динамічну функцію стопи і підвищили якість життя пацієнтів з неправильно зрощеними переломами п'яткової кістки. Сумарні значення функціональних результатів лікування у групі *порівняння* за AOFAS ($65,9 \pm 10,2$) та FFI ($24,8 \pm 8,4$) балів поступаються показникам у групі *дослідження*, що свідчить про переваги запропонованого способу корегувального артрорезу таранно-п'яткового суглоба, відповідно, ($79,5 \pm 5,7$) та ($15,3 \pm 1,2$) балів.

7. Удосконалена комплексна методика післяопераційної реабілітації пацієнтів із застосуванням розробленого пристрою для визначення оптимального рівня вагового навантаження на стопу дозволяє скоротити в 1,42 рази термін відновного лікування переломів таранної ($130,6 \pm 11,8$) та п'яткової кісток ($126,2 \pm 13,4$) у порівнянні з загальноприйнятим консервативним лікуванням, відповідно, ($180,3 \pm 10,6$) та ($183,7 \pm 15,2$) днів.

8. Застосування біомеханічно обґрунтованих та вдосконалених методик малоінвазивного остеосинтезу показало достовірно ($p < 0,05$) кращу позитивну динаміку поліпшення середніх показників анатомо-функціональних результатів для заднього відділу стопи у клінічній групі *дослідження* за AOFAS ($88,7 \pm 5,2$) та FFI ($6,8 \pm 3,4$), ніж у групі *порівняння*, відповідно, ($73,1 \pm 11,2$) та ($23,9 \pm 10,8$). Клінічна ефективність малоінвазивного остеосинтезу дозволила отримати відмінні функціональні результати у 87 (34,8%) пацієнтів, добрі – у 117 (46,8%), задовільні – у 37 (14,8%) і погані – у 9 (3,6%). У порівнянні за результатами консервативного лікування через 1–3 роки у динаміці кількість отриманих відмінних результатів у 18 (9,52%) пацієнтів та добрих – у 39 (20,64%) істотно не змінювалась. Однак задовільні результати у 85 (44,97%) і погані – у 47 (24,87%) мали зафіксовану зворотну динаміку, що проявлялася збільшенням реєстрації їх кількості ($p > 0,05$).

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. У випадках переломів шийки таранної кістки (тип I-II) пропонується оперативне лікування із застосуванням розробленого нами зовнішнього пристрою або виконання закритої репозиції з використанням малоінвазивного остеосинтезу гвинтами заднім доступом. Для виконання відкритої репозиції (тип I-II) оптимальним є застосування переднього (дорзального) доступу. Для забезпечення оглядовості та досягнення анатомічної репозиції у разі переломів III-IV типу з подальшою фіксацією гвинтами слід застосовувати медіальний доступ з остеотомією внутрішньої кісточки;

2. У випадках внутрішньосуглобових переломів п'яткової кістки зі зміщенням пропонується оперативне лікування. Вибір способу оперативного лікування залежить від характеру перелому і часу, що пройшов з моменту травми (до 2 тижнів). За умов гострої травми в залежності від тяжкості пошкодження м'яких тканин і віку пацієнтів (до і старше 60 років) доцільне використання закритої аксіальної репозиції і фіксації спицями (комбінований остеосинтез) або черезкістковий остеосинтез за розробленою нами методикою. Застосування відкритої репозиції та накісткового остеосинтезу показано у пацієнтів до 60 років у разі відсутності місцевої чи соматичної патології.

СПИСОК РОБІТ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Сухин Ю.В., **Бодня А.И.** (2006). Сочетающиеся повреждения пяточной кости и позвоночника. Вісник морської медицини, 4 (35), 39-43.

Автор особисто виявив особливості поєднаних ушкоджень, визначив тактику ведення пацієнтів і взяв участь у лікуванні та інтерпретації результатів.

2. Сухин Ю.В., **Бодня А.И.** (2007). Внеочаговый чрескостный остеосинтез переломов таранной и пяточной костей. Травма, 3 (8), 349-352.

Автор розробив і застосував тактику лікування іпсилатеральних та контралатеральних пошкоджень кісток заднього відділу стопи.

3. **Бодня А.И.**, Сухин Ю.В., Кривенко С.Н. (2009). Причины боли в заднем отделе стопы. Вісник морської медицини, 2 (44), 216-219. URL: <https://repo.odmu.edu.ua:443/xmlui/handle/123456789/6262>

Автор особисто провів клініко-статистичний аналіз факторів, що зумовили незадовільні результати лікування та спричинили больовий синдром у пацієнтів з підтаранними ушкодженнями, проведена статистична обробка та надана клінічна оцінка результатів досліджень, сформульовані висновки обстеження.

4. **Бодня А.И.**, Попов А.И., Палагнюк В.В., Бехарский Н.А., Кривенко С.Н. (2011). Ишемия мягких тканей при переломах костей дистального отдела голени и стопы. Вісник морської медицини, 3 (53), 53-56. URL: <https://repo.odmu.edu.ua:443/xmlui/handle/123456789/6323>

Автором вивчені частота та особливості ускладнень в результаті ішемії м'яких тканин при переломах, взяв участь в хірургічних та реабілітаційних заходах, щодо їх усунення з використанням сучасних технологій.

5. **Бодня А.И.** (2014). Переломы пяточной кости (268-283). Курс лекций по ортопедии и травматологии (под ред. В.Ф. Прозоровского). – Харьков : Коллегиум, 464 с.

Автором представлена класифікація типів внутрішньосуглобових переломів п'яткової кістки за даними рентгенологічних досліджень та методи лікування.

6. **Бодня А.И.**, Сухин Ю.В., Данилов П.В. (2018). Реабилитация больных после травм заднего отдела стопы. Літопис травматології та ортопедії, 3-4 (39-40), 57-60. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Lto_2018_3-4_14

Автор розробив концепцію післяопераційного відновлення функції пошкодженої кінцівки, приділивши увагу профілактиці розвитку остеопенії (остеопорозу) у пацієнтів шляхом дозованого вагового навантаження на стопу.

7. **Бодня А.И.** (2018). Диагностика и лечение подтаранных вывихов стопы. Ортопедия, травматология и протезирование, 4 (613), 53-57. doi: 10.15674/0030-59872018453-57

Автор представив особисті спостереження та аналіз лікувальної тактики підтаранних вивихів стопи.

8. **Бодня О.І.** (2018). Хірургічне лікування внутрішньосуглобових переломів п'яткової кістки. Одеський медичний журнал, 6 (170), 51-55. URL: <http://repo.odmu.edu.ua:80/xmlui/handle/123456789/4987>

Автор продемонстрував зовнішню конструкцію та можливість управляти уламками при різних типах внутрішньосуглобових переломів п'яткової кістки.

9. **Бодня А.И.** (2019). Малоинвазивный остеосинтез пяточной кости у больных пожилого и старческого возраста. Травма, 1 (20), 93-97. doi: 10.22141/1608-1706.1.20.2019.158675

Автор провів кореляційно-регресивний аналіз лікування пошкоджень п'яткової кістки у пацієнтів старших вікових груп.

10. **Бодня А.И., Сухин Ю.В.** (2019). Оптимизация тактики лечения поврежденной таранной кости в сочетании с переломами грудного отдела позвоночника. Ортопедия, травматология и протезирование, 2 (615), 36-42. doi: 10.15674/0030-59872019236-42

Автором підібрано групу постраждалих з поєднаними пошкодженнями, запропоновано лікувальну тактику де визначені пріоритети у послідовності оперативних втручань, взяв участь в їх лікуванні та інтерпретації результатів.

11. **Бодня А.И., Сухин Ю.В.** (2019). Исходы билатеральных поврежденной пяточной кости. Вісник ортопедії, травматології та протезування, 2 (101), 22-28. URL: <https://visnyk.uaot.com.ua/pdf/2-2019/7.pdf>

Автор особисто провів обстеження та передопераційну підготовку пацієнтів, запропонував тактику лікування, провів клініко-статистичну обробку отриманих показників та взяв участь у інтерпретації результатів лікування.

12. **Бодня А.И.** (2019). Особенности клиники и диагностики периферических переломов таранной кости. Проблеми травматології та остеосинтезу, 3 (17), 4-13. URL: [http://www.uato.com.ua/doc/№3%20\(17\)%202019.pdf](http://www.uato.com.ua/doc/№3%20(17)%202019.pdf)

Автор представив алгоритм діагностики та лікування периферических пошкоджень таранної кістки.

13. **Бодня А.И.** (2019). Лечебная тактика при сочетанной травме заднего отдела стопы. Травма, 4 (20), 126-131. doi: 10.22141/1608-1706.4.20.2019.178756

Автор провів статистичний аналіз поєднаних пошкоджень заднього відділу та представив результати дослідження.

14. **Бодня О.И., Сухин Ю.В.** (2019). Оперативне лікування переломів шийки таранної кістки (ранні результати). Одеський медичний журнал, 4-5 (174-175), 15-19. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Omj_2019_4-5_4

Автор продемонстрував зовнішню конструкцію та ранні результати лікування хворих з переломами шийки таранної кістки.

15. **Бодня О.И., Сухин Ю.В.** (2019). Лікування наслідків переломів кісток, що утворюють підтаранний суглоб. Проблеми травматології та остеосинтезу, 4 (18), 41-52. URL: <http://uato.com.ua/journal/doc/6.pdf>

Автор розробив і впровадив в клінічну практику спосіб коригуючого артродезу підтаранного суглоба, провів обстеження і визначив ефективність запропонованого способу.

16. **Бодня О.И.** (2019). Особенности структурно-функционального статуса костной ткани у пациентов с переломами пяточной кости. Вісник морської медицини, 4 (85), 47-53. doi: 10.5281/zenodo.3605585

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

17. **Бодня О.І.**, Сухін Ю.В. (2019). Лікування хворих з переломами п'яркової кістки методом комбінованого остеосинтезу. Вісник ортопедії, травматології та протезування, 4 (103), 88-96. URL: <http://visnyk.uaot.com.ua/pdf/4-2019/15.pdf>

Автору належить розробка методики малоінвазивного остеосинтезу, апробація та аналіз результатів лікування.

18. **Бодня О.І.** (2019). Особливості зовнішньої стрижневої керованої фіксації при переломах п'яркової кістки. Международный медицинский журнал, Том 25, 4 (100), 35-39. doi: 10.37436/2308-5274-2019-4-8

Автор продемонстрував зовнішню конструкцію та можливість управляти уламками при різних типах внутрішньосуглобових переломів п'яркової кістки.

19. **Бодня А.И.**, Сухин Ю.В. (2020). Ошибки и осложнения при лечении больных с повреждениями заднего отдела стопы. Український журнал медицини, біології та спорту, Том 5, 1 (23), 103-109. doi: 10.26693/jmbs05.01.103

Автор вивчив частоту і визначив структуру помилок та ускладнень, що виникли в клінічних групах при традиційному лікуванні переломів кісток заднього відділу стопи, провів статистичну обробку та клінічну оцінку результатів досліджень, сформулював висновки обстеження.

20. Сухин Ю.В., **Бодня А.И.**, Карпинский М.Ю., Яресько О.В. (2020). Результаты математического моделирования напряжённо-деформированного состояния заднего отдела стопы при внутрикостном остеосинтезе пяточной кости. Український журнал медицини, біології та спорту, Том 5, 3 (25), 296-303. doi: 10.26693/jmbs05.03.296

Автор запропонував ідею дослідження, взяв участь в її реалізації, обговоренні, узагальненні та публікації отриманих результатів дослідження.

21. **Бодня О.І.** (2018). Пристрій для черезкісткового остеосинтезу переломів п'яркової кістки. Патент України на корисну модель № 126436

Автор розробив пристрій і апробував його в клінічній практиці.

22. **Бодня О.І.** (2019). Спосіб малоінвазивного остеосинтезу переломів п'яркової кістки. Патент України на винахід № 120307

Автор розробив спосіб аксіальної репозиції внутрішньосуглобових переломів п'яркової кістки та провів його клінічну апробацію.

23. **Бодня О.І.** (2019). Пристрій для стрижневої керованої фіксації переломів шийки таранної кістки. Патент України на корисну модель № 139150

Автор розробив пристрій і апробував його в клінічній практиці.

24. **Бодня О.І.** (2020). Спосіб підтаранного артрорезу стопи при наслідках ушкоджень п'яркової кістки. Патент України на винахід № 121637

Автор запропонував техніку коригуючого підтаранного артрорезу і апробував методику шляхом впровадження в клінічну практику.

25. **Бодня О.І.** (2020). Пристрій для стрижневої керованої фіксації переломів п'яркової кістки. Патент України на корисну модель № 140187

Автор розробив пристрій і апробував його в клінічній практиці.

26. **Бодня А.И.**, Попов А.И., Палагнюк В.В., Кривенко С.Н. (2012). Результаты биомеханических и электрофизиологических исследований стоп у больных с внутрисуставными переломами пяточной кости. Матеріали науково-практичної конференції з міжнародною участю «І Український симпозіум з біомеханіки опорно-рухової системи». Дніпропетровськ, 13–14 вересня, 107.

Автор провів обстеження пацієнтів, взяв участь у зборі та оцінці даних проведеного дослідження.

27. **Бодня А.И.**, Попов А.И., Палагнюк В.В., Кривенко С.Н., Сухин В.П. (2013). Комбинированный остеосинтез переломов пяточной кости по типу центрального вдавления. Збірник матеріалів V міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні методи лікування навколо- та внутрішньосуглобових ушкоджень». Одеса, 4–5 квітня, 6-8.

Автором підібрано групу постраждалих з закритими імпресійними переломами п'яткової кістки де застосував розроблену малоінвазивну методику лікування та апробував її в клінічній практиці.

28. **Бодня А.И.**, Попов А.И., Палагнюк В.В., Кривенко С.Н. (2013). Комбинированный остеосинтез язычковых переломов пяточной кости. Збірник матеріалів всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю «Сучасні теоретичні та практичні аспекти травматології та ортопедії». Донецьк–Урзуф, 23–24 травня, 83-84.

Автором підібрано групу постраждалих з закритими язикоподібними переломами п'яткової кістки де застосована тактика комбінованого лікування з використанням аксіальної репозиції та апарату зовнішньої фіксації.

29. Сухин Ю.В., **Бодня А.И.**, Сердюк В.В. (2018). Некоторые аспекты лечения подтаранных вывихов стопы. Збірник матеріалів науково-практичної конференції з міжнародною участю «Нові технології в ортопедії та травматології». Одеса, 26 жовтня, 153-156.

Автором проаналізовані результати одноетапної тактики ургентного усунення підтаранних вивихів стопи та раннє функціональне лікування.

30. **Бодня А.И.** (2019). Структура диагностики и лечения поврежденной таранной кости. Матеріали (тези) науково-практичної конференції з міжнародною участю «Актуальні питання травматології та остеосинтезу». Вінниця, 18–19 квітня. Проблеми травматології та остеосинтезу, 1–2 (15-16), 85-86.

Автор представив діагностичний алгоритм пошкоджень таранної кістки.

31. Сухин Ю.В., **Бодня О.І.** (2019). Малоінвазивный остеосинтез при лікуванні переломів шийки таранної кістки. Збірник наукових праць XVIII з'їзду ортопедів-травматологів України. Івано-Франківськ, 9–11 жовтня, 305.

Участь автора полягає в розробці хірургічного лікування та впровадженні в клінічну практику малоінвазивного остеосинтезу шийки таранної кістки.

32. Спосіб малоінвазивного остеосинтезу переломів п'яткової кістки: нововведення : пат. № 125128. МПК (2018) А61В 17/58 (2006.01) **Бодня О.І.** / ОНМедУ; НДР «Оптимізація хірургічного лікування травм кінцівок та їх наслідків» ДР 0117U007492 2018–2022 / Перелік наукової (науково-технічної) продукції, призначеної для впровадження досягнень медичної науки у сферу охорони здоров'я. – К., 2019. – Випуск № 5, реєстр. № 241/5/18 – С. 232.

Автор взяв участь у публікації та впровадженні запропонованого способу в клінічну практику, проаналізував результати лікування пацієнтів.

33. Пристрій для черезкісткового остеосинтезу переломів п'яткової кістки: нововведення : пат. № 126436. МПК (2018) А61В 17/58 (2006.01) **Бодня О.І.** / ОНМедУ; НДР «Оптимізація хірургічного лікування травм кінцівок та їх наслідків» ДР 0117U007492 2018–2022 / Перелік наукової (науково-технічної) продукції, призначеної для впровадження досягнень медичної науки у сферу охорони здоров'я. – К., 2019. – Випуск № 5, реєстр. № 242/5/18 – С. 233.

Автор взяв участь у публікації та впровадженні запропонованого способу в клінічну практику, проаналізував результати лікування пацієнтів.

34. Спосіб малоінвазивного остеосинтезу переломів п'яткової кістки : інформ. лист № 189-2018 : **Бодня О.І.** / ОНМедУ, Укрмедпатентінформ. – К., Випуск 5 з проблеми «Ортопедія і травматологія». – 4 с.

Автор взяв участь у публікації та впровадженні запропонованого способу в клінічну практику, проаналізував результати лікування пацієнтів.

35. Пристрій для черезкісткового остеосинтезу переломів п'яткової кістки : інформ. лист № 191-2018 : **Бодня О.І.** / ОНМедУ, Укрмедпатентінформ. – К., Випуск 4 з проблеми «Ортопедія і травматологія». – 4 с.

Автор взяв участь у публікації та впровадженні запропонованого способу в клінічну практику, проаналізував результати лікування пацієнтів.

АНОТАЦІЯ

Бодня О.І. Клініко-біомеханічне обґрунтування малоінвазивного остеосинтезу при лікуванні переломів кісток заднього відділу стопи та їх наслідків – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора медичних наук за спеціальністю 14.01.21 «травматологія та ортопедія» – Державна установа «Інститут травматології та ортопедії НАМН України», Київ, 2021.

Дисертація присвячена проблемі покращення анатомо-функціональних результатів лікування хворих з переломами кісток заднього відділу стопи та їх наслідками шляхом застосування біомеханічно обґрунтованих та вдосконалених методик малоінвазивного остеосинтезу.

Клінічні обстеження проведені у 461 пацієнта у віці 18–87 років з переломами кісток заднього відділу стопи та їх наслідками з метою порівняльної оцінки ефективності консервативного лікування у групі *порівняння* (189 пацієнтів) та малоінвазивного остеосинтезу у групі *дослідження* (250 пацієнтів). У дослідження включені ізольовані, множинні та поєднані переломи таранної та п'яtkової кісток у пацієнтів різного віку, котрим була протипоказана відкрита репозиція та внутрішня фіксація за умов наявності місцевої чи супутньої соматичної патології. Серед загальної кількості спостережень клінічна частина представлена 22 пацієнтами з наслідками переломів п'яtkової кістки.

Були виключені зі спостережень підтаранні вивихи стопи, остеохондральні пошкодження таранної кістки і постраждали з переломами кісток заднього відділу стопи в поєднанні з переломами кісток таза і кінцівок.

Наукова робота виконувалася поетапно, при цьому отримані результати створювали теоретичну та методологічну базу подальшого проведення дослідження. Спочатку у госпіталізованих хворих групи *порівняння* були узагальнені результати комплексного клініко-статистичного вивчення структури та обставин травм, виявлені помилки та ускладнення, що сприяли розвитку незадовільних наслідків у разі консервативного лікування. Проведено поглиблене вивчення факторів, що впливають на функціональний результат.

На підставі отриманих даних про причини виникнення ускладнень, що зумовили несприятливий функціональний результат, був розроблений оптимальний підхід до попередження посттравматичних змін і порушення функції заднього відділу стопи. В основу розробки покладена технологія малоінвазивного остеосинтезу та удосконалення зовнішніх пристроїв для його реалізації з метою покращити результати у пацієнтів до та понад 60 років.

В експериментальній частині роботи проведено 4 види біомеханічних досліджень, а саме: імітаційне комп'ютерне моделювання НДС системи «таранна кістка–фіксатор» за умов порівняльного внутрішнього остеосинтезу гвинтами з стрижневим пристроєм зовнішньої фіксації; імітаційне комп'ютерне моделювання НДС системи «п'яtkова кістка–фіксатор» за умов порівняльного накісткового остеосинтезу пластиною з стрижневим пристроєм зовнішньої фіксації; імітаційне комп'ютерне моделювання напружено-деформований стан

системи «п'яткова кістка–фіксатор» за умов порівняльного внутрішнього остеосинтезу спицями та гвинтами після аксіальної репозиції за Westhues/Essex-Lopresty; розрахунок основи клиноподібного аутотрансплантату у разі остеотомії п'яткової кістки у фронтальній площині, який забезпечить корекцію заднього відділу стопи у сагітальній площині за умов виконання корегувального підтаранного артрорезу.

На підставі проведених експериментальних досліджень з вивчення показників жорсткості фіксації доведено, що у випадках остеосинтезу п'яткової та шийки таранної кісток переважає біомеханічна модель стрижневого зовнішнього пристрою у порівнянні, відповідно, з пластиною та гвинтами. Стабільність фіксації спицями у разі застосування модифікованої аксіальної репозиції переломів п'яткової кістки за Westhues/Essex-Lopresti перевищує жорсткість фіксації уламків гвинтами.

За розробленими методиками виконали малоінвазивний остеосинтез кісток заднього відділу стопи у групі *дослідження* різного віку. Застосування удосконалених методик остеосинтезу таранної та п'яткової кісток дало можливість відновити анатомію ушкоджених кісток у межах норми навіть при відкритих переломах чи фліктенах, коморбідних станах та захворюванні периферичних судин нижніх кінцівок. Малоінвазивна техніка аксіальної репозиції переломів п'яткової кістки за Westhues/Essex-Lopresti у хворих старшої вікової групи з супутніми захворюваннями була спрямована на виконання оперативного втручання в найкоротший час, що позитивно вплинуло на остаточні результати.

У разі реконструкції заднього відділу стопи використали модифікований нами спосіб корегувального підтаранного артрорезу у пацієнтів з неправильно зрощеними переломами п'яткової кістки. Розроблена техніка та методика передопераційних математичних розрахунків клиноподібної резекції п'яткової кістки із застосуванням комп'ютерної програми забезпечила оптимальні умови для формування підтаранного кісткового анкілозу. Сумарні значення функціональних результатів лікування у групі *порівняння* поступаються показникам у групі *дослідження*, що свідчить про переваги запропонованого нами способу корегувального артрорезу таранно-п'яткового суглоба.

На останньому етапі дослідження проведена порівняльна оцінка застосування малоінвазивного остеосинтезу, яка показала достовірну ($p < 0,05$) позитивну динаміку поліпшення середніх показників анатомо-функціональних результатів для заднього відділу стопи у клінічній групі *дослідження* за AOFAS ($88,7 \pm 5,2$) та FFI ($6,8 \pm 3,4$), що відповідає «доброму» результату. Середні показники результатів у групі *порівняння* за AOFAS ($73,1 \pm 11,2$) та FFI ($23,9 \pm 10,8$) характеризуються як «задовільні».

Отримані функціональні результати визначили межі застосування запропонованого малоінвазивного остеосинтезу, а також роль і місце в комплексі лікувально-діагностичних заходів у пацієнтів даної категорії.

Ключові слова: п'яткова кістка, таранна кістка, підтаранний суглоб, малоінвазивний остеосинтез.

АННОТАЦИЯ

Бодня А.И. Клинико-биомеханическое обоснование малоинвазивного остеосинтеза при лечении переломов костей заднего отдела стопы и их последствий – Рукопись.

Диссертация на соискание учёной степени доктора медицинских наук по специальности 14.01.21 «травматология и ортопедия» – Государственное учреждение «Институт травматологии и ортопедии НАМН Украины», Киев, 2021.

Диссертация посвящена проблеме улучшения исходов лечения переломов костей заднего отдела стопы и основана на результатах обследования 461 пострадавшего, из которых 189 пациентов лечились консервативно, произведён малоинвазивный остеосинтез по разработанным методикам у 250 больных и при последствиях переломов пяточной кости использован артродез подтаранного сустава в 22 случаях.

Проведён сравнительный анализ функциональных результатов лечения различными методами в двух клинических группах пациентов, у которых были противопоказания к открытой репозиции и внутренней фиксации по АО/ASIF.

Ретроспективная оценка материалов лечения в группе сравнения выявила факторы и их влияние на неблагоприятные исходы. На основании полученных данных разработана малоинвазивная тактика лечения и усовершенствована техника малоинвазивного остеосинтеза. В эксперименте дано биомеханическое обоснование возможности применения чрескостного остеосинтеза при внутрисуставных переломах пяточной и шейки таранной костей. На основе математического расчёта проведён сравнительный анализ жёсткости фиксации в различных конструкциях для остеосинтеза костей, образующих подтаранный сустав. Анализ полученных данных показал, что стабильность внешней фиксации повреждённых костей заднего отдела стопы не уступает накостным и внутрикостным фиксаторам. При выполнении оперативных вмешательств у пациентов с последствиями переломов пяточной кости использовали модифицированную технику корригирующего подтаранного артродеза. Предложены инновационные технологии в виде ограничителя осевой нагрузки и компьютерной программы, которая позволяет определить оптимальную ширину основания клина при остеотомии тела пяточной кости и улучшить качество устранения деформации в сагиттальной плоскости.

Сравнительный анализ показал, что положительные результаты лечения в группе исследования составили 81,6% наблюдений, в группе сравнения – 30,16%. Установлено, что неблагоприятные исходы лечения обусловлены ошибками и развившимися осложнениями, преимущественно (69,47%) при консервативном лечении.

Ключевые слова: пяточная кость, таранная кость, подтаранный сустав, малоинвазивный остеосинтез.

SUMMARY

Bodnya A.I. Clinical and biomechanical justification of minimally invasive osteosynthesis in the treatment of posterior foot bone fractures and their consequences. – Manuscript.

Dissertation for the scientific degree of Doctor of Medical Sciences in speciality 14.01.21 «traumatology and orthopedics» – State institution «Institute of Traumatology and Orthopedics of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine», Kyiv, 2021.

The dissertation is devoted to the problem of improving the outcomes of treatment of posterior foot bone fractures and is based on the results of the examination of 461 victims, of which 189 patients were treated conservatively, minimally invasive osteosynthesis was performed according to the developed methods in 250 patients and subastragalar arthrodesis was used in 22 cases for the consequences of the calcaneal bone fractures.

A comparative analysis of the functional results of treatment with different methods was carried out in two clinical groups of patients who had contraindications for open reposition and internal fixation according to AO/ASIF.

A retrospective evaluation of the treatment materials in the comparison group revealed the factors and their influence on the adverse outcomes. Based on the obtained data, a minimally invasive treatment strategy was developed and the technique of minimally invasive osteosynthesis was improved. In the experiment, a biomechanical substantiation of the possibility of using transosseous osteosynthesis in intra-articular fractures of the calcaneal and neck of the talus bones is given. Based on the mathematical calculation, a comparative analysis of the rigidity of fixation in various structures for osteosynthesis of the bones forming the subastragalar joint is carried out. The analysis of the obtained data showed that the stability of the external fixation of the damaged bones of the posterior part of the foot is no less effective to the epibone and intraosseous fixators. When performing surgical interventions in patients with the consequences of fractures of the calcaneus, a modified technique of corrective subastragalar arthrodesis was used. Innovative technologies are proposed in the form of an axial load limiter and a computer program that allows determining the optimal width of the wedge base during osteotomy of the calcaneus body and improving the quality of eliminating deformation in the sagittal plane.

The comparative analysis showed that the positive results of treatment in the study group were 81.6% of cases, in the comparison group – 30.16%. It was found that unfavorable treatment outcomes are caused by errors and developed complications, mainly (69.47%) with conservative treatment.

Key words: calcaneus, talus, subastragalar joint, minimally invasive osteosynthesis.