

О. І. Бодня

ПОШКОДЖЕННЯ ПІДТАРАННОГО СУГЛОБА

Монографія

Одеса
«Астропринт»
2024

Рецензенти:

А. П. Лябах, доктор медичних наук, професор, керівник клініки патології стопи ДУ «Інститут травматології та ортопедії НАМН України», м. Київ;

О. А. Радомський, доктор медичних наук, професор кафедри травматології та ортопедії Національного університету охорони здоров'я України імені П. Л. Шупика МОЗ України, м. Київ

Рекомендовано до видання вченою радою
Одеського національного медичного університету
(протокол № 8 від 24.04.2024 року)

Бодня О. І.

Б752 Пошкодження підтаранного суглоба : монографія /
О. І. Бодня. — Одеса : Астропринт, 2024. — 192 с.
ISBN 978–617–8381–25–7

У монографії автором узагальнено власний досвід та дані сучасної літератури одного із складних розділів у клінічній практиці травматології та ортопедії — діагностиці та хірургічному лікуванні хворих з переломами та вивихами кісток, що утворюють підтаранний суглоб, та їх наслідків. Видання має достатньо ілюстрацій, які підвищують візуальну наочність матеріалу, що викладається, розрахованого на широке коло практикуючих ортопедів-травматологів, лікарів-інтернів, слухачів курсів підвищення кваліфікації, студентів медичних факультетів та фахівців у галузі медичної реабілітації.

УДК 617.58

Всі авторські права захищені.
Жодна частина цієї монографії не може бути відтворена
у будь-якій формі та будь-якими засобами
без письмового дозволу власника авторських прав

Перелік умовних скорочень	5
Вступ	6
Розділ 1 Сучасний стан проблеми лікування пошкоджень підтаранного суглоба та їх наслідків	10
1.1 Медико-соціальне значення переломів кісток заднього відділу стопи	10
1.2 Механогенез, діагностика та лікування підтаранних пошкоджень ...	11
1.2.1 Діагностика та лікування хворих з переломами таранної кістки	15
1.2.2 Діагностика та лікування хворих з переломами п'яткової кістки	25
1.3 Лікування наслідків переломів п'яткової кістки	38
Розділ 2 Обстеження хворих з підтаранними пошкодженнями	40
2.1 Клінічні методи дослідження заднього відділу стопи	40
2.2 Променева діагностика підтаранних пошкоджень стопи	42
2.2.1 Рентгенографія стопи	42
2.2.2 Комп'ютерна та магнітно-резонансна томографія	49
2.4 Біомеханічні методи дослідження	51
Розділ 3 Теоретичні аспекти концепції розвитку структурно-функціональних наслідків пошкоджень підтаранного суглоба	58
3.1 Фактори впливу на результати лікування пацієнтів із переломами кісток, що утворюють підтаранний суглоб	66
Розділ 4 Ізольовані пошкодження кісток заднього відділу стопи	73
4.1 Деякі особливості лікування переломів таранної кістки	74
4.1.1 Периферичні переломи таранної кістки	74
4.1.2 Черезкістковий остеосинтез шийки таранної кістки	77
4.1.2.1 Опис пристрою	77
4.1.2.2 Біомеханічне обґрунтування застосування зовнішнього пристрою для черезкісткового остеосинтезу шийки таранної кістки	80

4.1.2.3 Техніка застосування малоінвазивного остеосинтезу при лікуванні пацієнтів із переломами шийки таранної кістки	85
4.2 Особливості лікування переломів п'яткової кістки	92
4.2.1 Закрита одномоментна інструментальна репозиція	92
4.2.1.1 Опис техніки аксіальної репозиції п'яткової кістки	93
4.2.1.2 Біомеханічне обґрунтування застосування аксіальної репозиції внутрішньосуглобових переломів п'яткової кістки	98
4.2.1.3 Результати застосування аксіальної репозиції при лікуванні пацієнтів із внутрішньосуглобовими переломами п'яткової кістки	108
4.2.2 Комбінований остеосинтез п'яткової кістки	110
4.2.3 Черезкістковий остеосинтез п'яткової кістки	116
4.2.3.1 Опис пристрою	119
4.2.3.2 Біомеханічне обґрунтування застосування зовнішнього пристрою для черезкісткового остеосинтезу п'яткової кістки	124
4.2.3.3 Техніка застосування малоінвазивного остеосинтезу при лікуванні пацієнтів із внутрішньосуглобовими переломами п'яткової кістки	130
Розділ 5 Множинна і поєднана травма заднього відділу стопи	140
5.1 Білатеральні переломи п'яткової кістки	141
5.2 Поєднані переломи таранної кістки та хребта	146
5.3 Поєднані переломи п'яткової кістки та хребта	152
Розділ 6 Лікування наслідків переломів п'яткової кістки	157
6.1 Інноваційне оперативне забезпечення	157
6.2 Спосіб коригуючого підтаранного артродезу стопи	162
Розділ 7 Реабілітація хворих після пошкоджень підтаранного суглоба	171
Список використаних джерел	176

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

АО/ОТА	– Асоціація остеосинтезу
АО/ASIF	– Асоціація остеосинтезу з вивчення проблем внутрішньої фіксації
ORIF	– відкрита репозиція та внутрішня фіксація
AOFAS	– Американське ортопедичне товариство стопи і гомілковостопного суглоба
FFI	– індекс функції стопи
МКЕ	– метод кінцевих елементів
НДС	– напружено-деформований стан
ЕОП	– електронно-оптичний перетворювач
КТ	– комп'ютерна томографія
МРТ	– магнітно-резонансна томографія
УЗД	– ультразвукова денситометрія
ЗВС	– задній відділ стопи
ЗСФ	– задня суглобова фасетка
ПТС	– підтаранний суглоб
ПТА	– підтаранний артродез
ДОА	– деформуючий остеоартроз
ОП	– остеопороз
ЗОІР	– закрита одномоментна інструментальна репозиція
ЧКО	– черезкістковий остеосинтез
АЗФ	– апарат зовнішньої фіксації
ЯЖ	– якість життя
МСЕК	– медико-соціальна експертна комісія

ВСТУП

Травму заднього відділу стопи (ЗВС) відносять до особливої категорії пошкоджень скелета через складність її анатомії та біомеханіки, структури виникаючих переломів кісток на рівні підтаранного суглоба (ПТС) і схильності до розвитку посттравматичних наслідків. Питома вага переломів даної локалізації серед усіх пошкоджень стопи становить 50,3–71% і має тенденцію до зростання (П.В. Нікітін, 2005; Н.А. Корж та ін., 2010). При цьому, згідно з опублікованими даними, в 35–43% випадків поєднання з переломами кісток іншої локалізації зустрічаються у складі політравми. (D. Seybold et al., 2008; A.B. Ahrberg et al., 2014; J.R. Worsham et al., 2016).

Переломи кісток ЗВС в структурі пошкоджень опорно-рухової системи мають незначний відсоток від усієї скелетної травми, але найбільше переобтяжені різноманітними ускладненнями. Ізольовані переломи п'яtkової кістки займають 1,01–5,7% випадків, таранної кістки ще рідше – 0,17–1%, які у 75–92,8% випадків мають внутрішньосуглобовий характер пошкоджень. Особливість переломів цих кісток полягає в тому, що, не дивлячись на анатомічну реконструкцію, страждає не лише функція суглобів, які вони утворюють, але і біомеханіка всієї стопи (B.B. Паламарчук, 2002; J. Schatzker & M. Tile, 1987). Тому відновлення функції після переломів кісток ЗВС залишається найбільш складною і до кінця не вирішеною проблемою сучасної травматології та ортопедії, а пошук нових шляхів до її рішення надзвичайно актуальним.

Серед фахівців і досі не сформувався підхід до вибору оптимальної тактики лікування переломів кісток ЗВС. 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 (R. Nicola, 2013).

У світовій літературі визнається пріоритет використання відкритої репозиції та внутрішньої фіксації (ORIF) у постраждалих з травмою ЗВС, згідно рекомендаціям АО/ASIF (H. Zwipp et al., 2004; B.J. Grear, 2016).

Однак, питанням лікування переломів кісток ЗВС 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 від госпіталізації, мотивацією якої є старість, фізична слабкість та неможливість оперативного лікування внаслідок вікових змін в організмі та наявності коморбідної патології. Складність лікування обумовлена тим, що в результаті травми порушуються адаптаційні механізми, які призводять до загострення супутніх хронічних захворювань та обмеження не тільки якості життя (ЯЖ), але і в цілому становлять велику небезпеку життю пацієнта, порівняно з хворими інших вікових груп.

Багато проблем у осіб до 60 років пов'язані з наявністю специфічних протипоказань до ORIF закритих зміщених переломів – це тяжкі захворювання периферичних судин, остеопороз (ОП), ожиріння, цукровий діабет та терміни виконання операцій після травми при відкритому характері перелому, а також при фліктенах і не лише, наприклад, тривалий стаж паління. Проте за кордоном особливо не обговорюються можливі шляхи усунення зміщення відламків і подальша лікувальна тактика чи функціональна реабілітація у даного контингенту постраждалих (П.В. Нікітін, 2005; S.V. Kumar et al., 2015).

Слід зазначити, що незважаючи на негативний вплив інтеркурентних захворювань на результат хірургічного втручання, який не є абсолютно доведеним, необхідно попереджати розвиток різних ускладнень, які потенційно несе ORIF кісток ЗВС 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 кожного 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 (П.В. Нікітін та ін., 2004; А.П. Лябах та ін., 2010; В.С. Козопас, 2017). Незалежно від методів лікування переломів кісток ЗВС значна кількість несприятливих результатів (13–80,5%) внаслідок допущених помилок у ряді випадків за різними чинниками обумовлена розвитком ускладнень (35–48%) (А.П. Лябах, 2000; П.В. Нікітін та ін., 2004; М.А. Корж та ін., 2010). У зв'язку з цим з'явилися роботи, присвячені більш диференційованому підходу (показання та протипоказання) до вибору тактики лікування, з урахуванням факторів ризику можливих ускладнень і категорій пацієнтів до та понад 60 років, у котрих є протипоказання до виконання ORIF (В.В. Савгачов, 2018).

Не дивлячись на широке різноманіття конструкцій для заглибного остеосинтезу таранної та п'яtkової кісток, залишається багато дискусійних і суперечливих питань відносно необхідності використання зовнішніх пристроїв. Специфічні особливості застосування черезкісткового остеосинтезу (ЧКО), в той же час, безумовно, піднімають питання керованості фрагментами, що утворюють суглобові поверхні, та їх стабілізації, зберігаючи при цьому обсяг рухів у суглобах з метою об'єднати періоди фіксації і реабілітації (Ю.И. Павлишен, 2012).

Отже закономірно, що відбувається безперервний пошук оптимальних способів лікування переломів кісток ЗВС, до яких можуть бути залучені принципи малоінвазивної хірургії, що цілком зіставні або не поступаються ORIF. Реалізація малоінвазивного остеосинтезу у осіб різних вікових груп, незалежно навіть від наявності місцевої чи соматичної патології, дозволить впливати на функціональний результат (А.В. Левченко, 2013; С. Jin et al., 2017).

Наслідки переломів кісток ЗВС спостерігаються від 4% до 12% і, перш за все, пов'язані з неправильним зрощенням відламків, деформацією стопи, больовим синдромом і втратою опороздатності (А.П. Лябах та ін., 2012).

Основна частина ускладнень (13,6–82%) пояснюється розвитком підтаранного деформуючого остеоартрозу (ДООА) різних стадій (Б.І. Сіменач та ін., 2004). Хірургічна реабілітація пацієнтів з наслідками переломів кісток ЗВС включає різні види підтаранного артродезу (ПТА), необхідність виконання якого актуальна вже протягом перших 2–3 років після травми (В.Я. Нанинець та ін., 2018; М.М. Romash, 1993; Т. Schepers, 2013; J.B. Jackson et al., 2015; G.R. Yu et al., 2016). Щодо усунення наслідків перелоמו-вивихів таранної кістки, у зв'язку з розвитком асептичного некрозу (16,7–100%) в зоні її блоку та ДООА гомілковостопного суглоба (13,1–47%), не втратила ще свою актуальність астрагалектомія, пропонуються різні методики реваскуляризації, артродезу та ендопротезування (Н. Tang et al., 2010). 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.

Після виконання ПТА у різних його варіантах, післяопераційні ускладнення досягають 40%, з яких інфекційні складають 5–20%. Рецидиви деформації пов'язані з відсутністю кісткового зрощення в 20% випадків, у зв'язку з цим зберігаються стійкий больовий синдром та порушення біомеханіки ходьби. Найчастіше причини різних ускладнень пов'язані з тактичними і технічними помилками передопераційного планування та є наслідком недосконалої техніки хірургічних втручань (А.С. Ходжиєв, 2016).

Таким чином, висока частота ускладнень та незадовільних результатів консервативного та оперативного лікування, пов'язаних з наявністю протипоказань до виконання ORIF, а також недоліки медичної реабілітації при наслідках переломів підтверджує актуальність сучасних досліджень. Медико-соціальна значимість переломів кісток ЗВС зумовлює вирішення представлених проблем, визначення оптимальної лікувальної тактики, встановлення показань та залучення удосконаленої техніки малоінвазивної хірургії з використання інноваційних технологій передопераційного планування та комплексного підходу до медичної реабілітації.

РОЗДІЛ 1

СУЧАСНИЙ СТАН ПРОБЛЕМИ ЛІКУВАННЯ ПОШКОДЖЕНЬ ПІДТАРАННОГО СУГЛОБА ТА ЇХ НАСЛІДКІВ

1.1 Медико-соціальне значення переломів кісток заднього відділу стопи

За даними світової літератури травми займають третє місце в структурі загальної захворюваності та летальності населення. Виходячи з цього, травматизм є не лише медичною проблемою, але має і велике соціально-економічне значення, що призводить до високого рівня непрацездатності та медико-соціальних наслідків, таких як інвалідність (Г.В. Гайко та ін., 2002).

Механічні пошкодження кісток стопи досить різні за частотою в популяції і складають 10,6–20% від усіх переломів, при цьому 0,6% з них є тяжкими пошкодженнями стопи. Лікування у спеціалізованому відділенні лікарень і поліклінік проводиться в 12–13,8% хворих, що отримали безпосередньо травму ЗВС (J. Schatzker & M. Tile, 1987).

Економічна складова проблеми доволі серйозна. Так, С.А. Brauer (2005), посилаючись на дані інституту економіки і менеджменту США, відзначив, що вартість реабілітації одного хворого з переломом п'яtkової кістки, в середньому, складає 20000–30000 доларів на рік, що мінімум в 2 рази перевищує вартість діагностики і лікування. Schepers T. et al. (2008) констатує витрати на лікування переломів п'яtkової кістки та їх наслідків у Нідерландах за період 2002–2004 рр., які склали 21,5–30,7 мільйонів євро. Переважну частину (80%) постраждалих різних вікових груп представляють люди працездатного віку (від 18 до 45 років), де на виробничу травму припадає від 43% до 55% всіх переломів (R. Sanders, 2000). За даними L.J. Mortelmans (2002) тяжкість травм ЗВС та їх недостатньо ефективного лікування є основною причиною тривалого періоду непрацездатності (в середньому 260,5 днів) у 27,3% пацієнтів. Серед цих пацієнтів 86,2% повернулися до колишньої роботи

після закінчення лікування, останні вимушені були змінити роботу. Інвалідами III і II груп стають від 22% до 78% постраждалих (Г.В. Гайко та ін., 2002; A.V. Ahrberg et al., 2014). Необхідність повторних втручань через 2–3 роки після травми виникає в 40% випадків (M. Karns et al., 2015). Скринінгова програма в США визнала непрацездатними 5,4% населення внаслідок патології стопи і гомілковостопного суглоба (B. Wiersema et al., 2011).

Наслідки травм ЗВС не можуть загрожувати життю пацієнтів, проте серед обстежених пацієнтів (88%) переважають люди працездатного віку (20–59 років), в яких помірний повсякденний больовий синдром присутній в 75%, а постійні болі у цієї категорії постраждалих (22%) не дозволяють повернутися до колишнього рівня активної діяльності. За даними МСЕК первинна інвалідність пацієнтів з наслідками переломів п'яtkової кістки відносно всіх випадків первинної інвалідності складає 1,76% (0,3 випадки на 100 000 населення). Але, не дивлячись на те, що серед постраждалих ці пацієнти займають незначну частку, все ж вони вимагають відповідної уваги і надання спеціалізованої допомоги (В.В. Паламарчук, 2002; Е.А. Мирошникова, 2009; А.Ю. Симаков, 2018).

1.2 Механогенез, діагностика та лікування підтаранних пошкоджень

Відносно постійну питому вагу випадків по відношенню до усіх переломів кісток стопи за локалізацією мають таранна (20,8%) та п'яtkова (53,7%) кістки (В.В. Паламарчук, 2002; П.В. Нікітін, 2005). У переважній більшості (85,1%) основною причиною переломів є пряма дія травмуючої сили на стопу (М.Б. Каплан, 1956; В.А. Яралов-Яралянц, 1969; А.А. Імаєв, 1988). Відомо, що залежно від механізму травми, сили, місця та напрямку прикладення удару, положення стопи у момент зіткнення з ґрунтом, маси, статі і віку постраждалого виникають різні за тяжкістю та типом переломи таранної та п'яtkової кісток (J. Carr, 1993).

Рідкість пошкодження таранної кістки пояснюється її анатомічними особливостями: знаходиться глибоко між гомілковими, п'яtkовою і

човноподібною кістками та майже недоступна прямій дії. Звичайне пошкодження даної локалізації виникає від непрямой травми і пов'язане з падінням з висоти. Залежно від механізму пошкодження визначається характер перелому таранної кістки.

Механізм виникнення перелому голівки (10%) обумовлений дією форсованої сили при компресійному навантаженні уздовж подовжньої осі стопи з її надмірним розгинанням, яке поєднується при інверсії або еверсії стопи. При цьому виникає відколювання та зміщення частини суглобового хряща з кістковою основою в області голівки або її зминання та дефігурація таранно-човноподібного суглоба (П.В. Нікітін, 2005).

Кортикальний шар шийки таранної кістки відносно слабкий, чим і пояснюється переважання (50%) її переломів при крайній мірі тильного згинання стопи з одночасною дією сили по вісі гомілки. Передньо-нижній край великогомілкової кістки розколює її у фронтальній площині на два відламки, відповідно тілу і голівці таранної кістки. Подальша дія сил призводить до розриву інтраосальної зв'язки між таранною та п'ятковою кістками, а також задньою малоомілковою, латеральною та медіальною таранно-п'яткових зв'язок. Тіло, що втратило зв'язок з голівкою, виштовхується з суглобової вилки позаду і досередини, при цьому лінія перелому шийки розвертається назовні та догори. Більш ніж в половині подібних випадків виникає перелом медіальної кісточки в косому напрямі або вертикально. При цьому тіло таранної кістки обертається довкола дельтовидної зв'язки та інколи розташовується позаду від медіальної кісточки і попереду від Ахіллової сухожилля. Судинно-нервовий пучок іноді ушкоджується у момент травми, але можлива його вторинна травматизація, якщо тиск з боку таранної кістки не буде усунений, що, як правило, значно погіршує прогноз її життєздатності.

У разі прямої дії травмуючого чинника в положенні легкого підшовного згинання стопи виникають компресійні переломи тіла таранної кістки (20%). Компресійний механізм перелому відбувається унаслідок роздавлювання блоку

між суглобовими поверхнями великогомілкової та п'яткової кісток при падінні з висоти, як правило, на м'який ґрунт (В.В. Паламарчук, 2002).

Перелом заднього відростка (4%) настає наразі максимального еквінуса стопи, упираючись в задній край великогомілкової кістки. Як результат дії значної сили компресії за умов дорзифлексії та інверсії стопи виникає перелом латерального відростка (5%). Кровопостачання задньо-зовнішніх відділів таранної кістки порівняно обмежене, тому за цих переломів констатується велика частота незрощень (N. Gerken et al., 2011).

Повний вивих таранної кістки спричиняється примусовою внутрішньою ротацією та підшовним згинанням. При зсуві стопи розривається передньо-зовнішній відділ капсули та колатеральні зв'язки. Подальша інверсія призводить до пошкодження таранно-п'яткових зв'язок та виштовхування тарану з вилки гомілковостопного суглоба із нерідким розривом шкірних покривів (L.G. Hawkins, 1970; B.J. Grear, 2016; Jr.J.A. Buza & P. Leucht, 2018).

За даними різних авторів переломи п'яткової кістки частіше відбуваються у чоловіків, ніж у жінок (В.В. Савгачов, 2018), проте, основним механізмом (83%) її переломів є приземлення на ноги при падінні або стрибку з висоти на тверду поверхню з упором на п'ятковий горб. Кататравма, як правило, визначає величину кінетичної енергії травмуючої сили, а положення стопи у момент удару – характер і тяжкість перелому. Переломи без зміщення або з незначним зміщенням відламків характерні для низькоенергетичної травми, а багатуламкові (роздроблені) із значним зміщенням відламків – для високоенергетичної травми, при якій найчастіше спостерігаються множинні та поєднані пошкодження. У зазначених випадках переломи виникають внаслідок прямого удару, удару низу (палубний перелом) або здавлення між предметами. На частку відкритих переломів п'яткової кістки припадає 10,5–30% всіх пошкоджень (В.С. Козопас, 2017; А.М. Колесников, 2013; J.R. Worsham et al., 2016).

Слід зазначити особливу групу хворих з позасуглобовими (крайовими) переломами, механізм виникнення яких у сучасній літературі не представлений достатньо. Так, Г.М. Нікітін (1975), посилаючись на В.П. Сригіна (1938),

А.Н. Белова (1970) та Н. Scyfarth (1957), пояснює механізм відривних переломів горба п'яркової кістки внаслідок різкої напруги Ахіллового сухожилля (біг, присідання). Аналіз його спостережень дозволив виділити два види крайових переломів, різних за механізмом виникнення: відрив горба п'яркової кістки разом з Ахілловим сухожиллям та дзьобоподібний перелом. Останній обумовлений падінням з висоти від 0,3 до 1 м і супроводжується переміщенням тулуба вперед при фіксованій стопі.

Механогенез внутрішньосуглобових переломів п'яркової кістки є предметом дискусій, проте більшість дослідників погоджуються з концепцією, висунутою в 1952 р. Р. Essex-Lopresti. Автор біомеханіку перелому вважав частіше типовою з можливими варіаціями, залежними від ваги хворого, висоти і положення стопи при падінні. Під руйнівною дією осьового навантаження, за рахунок втиснення латерального відростка таранної кістки в проекції *sinus tarsi* в тіло п'яркової кістки та сили опору ґрунту, утворюється *первинна лінія зламу*. Дія мінімальної сили ділить при цьому п'ярку кістку на два крупні сегменти – передньовнутрішній та задньозовнішній ("незавершений" перелом). Продовження дії сили донизу призводить до виникнення двох основних *вторинних ліній зламу*, за напрямом яких визначають тип перелому.

Так, при *язикоподібному* типі вторинна лінія зламу направлена від первинної до задньої поверхні п'яркового горба, при *втиснутому (імпресійному)* типі – проходить через тіло безпосередньо позаду від ЗСФ. Вся ЗСФ або її частина, що знаходиться на відламку, під дією вектора осьового навантаження (імпресії) заглиблюється в губчасту речовину тіла п'яркової кістки.

Однією з особливостей переломів кісток ЗВС є висока (11–20%) частота їх пізньої діагностики. Ahrberg A.V. et al. (2014) запевняє, що в результаті несвоєчасного виявлення травм ЗВС знижується ефективність та збільшується тривалість їх лікування У складі політравми переломи кісток ЗВС первинно не діагностуються в 8–25% випадків. Значну частку поєднання даних пошкоджень обумовлюють двосторонні переломи (7,4–18%), переломи інших відділів кінцівок (38–81,4%), хребта (10,5–18%), тазу (14,8%), органів грудної

клітки (11,1%), живота (18,5%) та черепно-мозкова травма (40,7%). При цьому до 20% переломів кісток ЗВС мають відкритий характер. Все це свідчить про необхідність удосконалювати лікувально-діагностичні підходи до цієї групи переломів, що розглядаються (П.В. Нікітін, 2005).

Багаточисельні протиріччя супроводжують лікування пацієнтів з переломами кісток ЗВС. Не дивлячись на те, що сучасне оперативне втручання поліпшило результати у багатьох пацієнтів, до теперішнього часу немає реального консенсусу відносно тактики лікування, оперативної техніки, післяопераційного ведення та медичної реабілітації пацієнтів даної категорії (R. Sanders, 2000).

1.2.1 Діагностика та лікування хворих з переломами таранної кістки

Таранна кістка розташована в осередку гомілковостопного суглоба, оточена кістками передплесна та на великій площині закрита масивом сухожиль і зв'язок, тому у фахівців виникають обмеження для клінічного обстеження та діагностики (А.В. Ahrberg et al., 2014; Н.А. Vallier, 2015). Клінічні прояви переломів таранної кістки детально описані в джерелах літератури (W.D. Coltart, 1952; R. Marti, 1971). Однак більшість авторів підкреслюють, що діагностика переломів таранної кістки на підставі лише клінічних ознак неприпустима, оскільки потрібна візуалізація пошкодження шляхом проведення обов'язкових променевих методів дослідження. Виконується стандартна серія рентгенограм, що включає передньо-задню, тильно-підшовну та бічну проекції гомілковостопного суглоба (В.О. Парфьонов & О.В. Борисов, 2018), а також у спеціальних проекціях, запропонованих S.T. Canale & F.V. Kelly (1978) та В. Broden (1949), для візуалізації пошкоджень і контролю якості репозиції.

Не дивлячись на надійність методу рентгенологічної діагностики переломів таранної кістки, точнішу інформацію про морфологію її пошкоджень можна отримати при використанні в трьох площинах комп'ютерної та магнітно-

резонансної томографії (КТ, МРТ). Метод КТ володіє високою діагностичною цінністю при проведенні передопераційного планування, дозволяє в 100% випадків виявляти не діагностовані за допомогою інших методів обстеження супутні пошкодження, що в 44% випадків призводить до зміни тактики лікування (Н.К. Витько & Ю.В. Буковська, 2000).

У науковій літературі, що має історичне минуле, на основі рентгенологічного дослідження описано безліч класифікацій переломів таранної кістки за анатомічними ознаками (А.М. Зиман, 1935; Т.З. Ширмухамедов, 1965; О. Fjeldborg, 1968; Mukherjee & Joung, 1973). Причиною їх появи також стали різні механізми виникнення (R. Watson-Jones, 1972; Sneppen & Buhl, 1974). Багато авторів пропонували враховувати ступінь зміщення відламків та поєднання переломів таранної кістки з іншими пошкодженнями в ділянці гомілковостопного суглоба і стопи (О.А. Мавеев, 1977; П.П. Мазуркявічус, 1977; J.E. Lorentzen, 1977; Penny & Davis, 1980).

Зрозуміло, що всіх варіантів у класифікації врахувати неможливо, проте, W.D. Coltart (1952) вважається першим, хто розробив класифікацію переломів таранної кістки, де разом з анатомічними ознаками виділив чотири групи, що включають ступінь зміщення та наявність підвивиху або вивиху блоку. Запропонована класифікація стала основою для детальнішого вивчення проблеми переломів таранної кістки.

Серед вище перерахованих авторських класифікацій переломів таранної кістки на сучасному етапі найбільшим попитом у застосуванні користується класифікація L.G. Hawkins (1970) в модифікації S.T. Canale & F.V. Kelly (1978), згідно якої до пошкоджень I типу віднесли переломи шийки без зміщення; II тип – переломи шийки із зміщенням та без вивиху тіла в ПТС; III тип – переломи шийки з вивихом тіла в гомілковостопному суглобі або ПТС; IV тип – переломи шийки з вивихом тіла в ПТС та вивиху голівки в таранно-човноподібному суглобі. Ця класифікація традиційно використовується при розгляді переломів шийки таранної кістки, з якими найчастіше стикаються в травматологічних стаціонарах. Вона не викликає серед клініцистів особливих

розбіжностей та широко застосовується в медичній практиці, оскільки заснована на характері зміщення шийки і суглобових положень тіла таранної кістки, дозволяє визначити тактику лікування, прогнозувати результат залежно від типу перелому і розвитку асептичного некрозу (J.J. Halvorson et al., 2013).

За даними R.S. Adelaar (1999) частота I типу переломів шийки таранної кістки складає 3,9%, II типу – 66,7%, III типу – 24,5% та IV типу – 4,9%. Вірогідність розвитку асептичного некрозу прямо пропорційна тяжкості різних типів переломів. Так, в середньому, при переломах шийки I та II типу він складає 0–13%, III типу 20–50%, IV типу 75–100% (П.В. Нікітін, 2005; V.J. Grear, 2016; Jr.J.A. Buza & P. Leucht, 2018).

Вияток становлять переломи тіла таранної кістки, у зв'язку з неможливістю віднести їх до певного типу, через різні варіанти лінії зламу у фронтальній і сагітальній площинах. Тому деякі автори вважають, що в клінічній практиці слід застосовувати описові характеристики переломів даної локалізації – повздовжній, поперечний, горизонтальний і багатоуламковий (R.G. Cavaliere, 1992; Boyd & J. Knight, 2001).

Marti R. & Veber B.G. (1971) вперше запропонували більш розширену класифікацію переломів, де окрім переломів шийки автори виділили переломи голівки, тіла, відростків, а також остеохондральні переломи таранної кістки. Цю класифікацію використовували та модифікували ряд інших авторів (A. Fournier et al., 2012), але подальшого широкого застосування на практиці класифікація не отримала.

Згідно спрощеної класифікації АО/ОТА розрізняють переломи голівки (81-а), шийки (81-в) та тіла (81-с) таранної кістки (М.Е. Мюллер и др., 1996).

Нікітін П.В. (2005) для визначення типу переломів таранної кістки запропонував модифіковану класифікацію за L.G. Hawkins (1970), яка базується на ступені зміщення уламків і прогнозуванні виникнення асептичного некрозу у віддаленому періоді. Згідно цієї класифікації переломи та переломи-вивихи розділені ним на 5 типів, серед яких розрізняють:

I тип – периферичні переломи (голівки, відростків, остеохондральні);

- II тип – центральні переломи шийки або тіла з незначним зміщенням;
- III тип – центральні переломи шийки або тіла із зміщенням та підвивихом;
- IV тип – центральні переломи-вивихи із зміщенням шийки або тіла;
- V тип – ізольований вивих таранної кістки.

Також, на його думку, на практиці у більшості випадків симптоматично значимого асептичного некрозу не розвивається, а пізній колапс (просідання) склепіння куполу таранної кістки зустрічається не так часто.

Периферичні (крайові) переломи серед пошкоджень таранної кістки зустрічаються відносно рідко, що підтверджують поодинокі публікації за даною темою. Деякі автори цю травму відносять до "малих" переломів таранної кістки, які залишаються непоміченими при первинному обстеженні фахівцями, чим і пояснюють їх пізню діагностику, особливо у пацієнтів з наявністю множинних пошкоджень.

Крайові переломи голівки без зміщення автори одногласно рекомендують лікувати консервативно з врахуванням клінічної і рентгенологічної картини (J. Schatzker & M. Tile, 1987), при переломах із зміщенням – відкрити репозицію та внутрішню фіксацію гвинтами (B.J. Grear, 2016), при осколкових та роздроблених переломах-вивихах у суглобі Chopart – пропонують первинний таранно-човноподібний артродез або подвійний (трьохсуглобовий) артродез (S. Rammelt & H. Zwipp, 2013; H.A. Vallier, 2015; C. Whitaker et al., 2018).

Тактика лікування переломів латерального і заднього відростків таранної кістки за даними літератури переважно не представляє яких-небудь складнощів. За відсутності зміщення уламків лікування консервативне – іммобілізація гіпсовою пов'язкою (чобіток) в положенні невеликого підшовного згинання стопи при переломах заднього відростка, а при переломах зовнішнього відростка – в положенні помірного вальгусу (H.I. Peut, 1975; L.G. Hawkins, 1965; O. Fjeldborg, 1968). Їх наслідки можуть пройти безболісно або, як правило, у віддаленому періоді призвести до ОА, стати причиною болю і порушення функції кінцівки (D.W. Sanders et al., 2004).

Найчастіше пацієнти після консервативного лікування змушені звертатися за допомогою повторно, та після додаткового обстеження зазвичай піддаються хірургічним втручанням (видаленню фрагмента).

У зв'язку з цим ряд зарубіжних авторів змінили погляд на вибір методу лікування переломів заднього і латерального відростків таранної кістки – на їх думку метод лікування визначається розмірами відламків, ступенем їх фрагментації та характером зміщення. Якщо ж фрагмент великий і містить значну частину суглобової поверхні, то виконують заглиблений остеосинтез спицею або гвинтами малого діаметру (H.A. Vallier, 2015). Перелом заднього відростка слід диференціювати з додатковою кісткою (*os trigonum*). На бічній рентгенограмі стопи при переломі він виділяється від таранної кістки зубчастою лінією зламу, а трикутна кістка – щілиною з рівними краями.

При багатуламковому переломі, часткових відривах кісткових фрагментів, якщо вони виступають під шкірою, перешкоджають функції кінцівки або викликають болі – їх слід якомога раніше видалити через задньозовнішній доступ при переломі заднього відростка та передньо-латеральний доступ – при переломі латерального відростка (R.S. Adelaar, 1999; R. Patel et al., 2005). Matti (1960) вважав, що пізнє видалення заднього відростка не дасть позитивних результатів через зморщування заднього відділу капсули з відповідним подальшим обмеженням екстензії стопи.

Використання в клінічній практиці закритої ручної репозиції та постійного скелетного витягнення, як основного при консервативному лікуванні переломів шийки таранної кістки має історичне минуле, тому що абсолютно не влаштовує клініцистів (G.M. Tanke, 1982). Функціональний метод при переломах тарану без зміщення значно збільшує ризик вторинного зміщення у зв'язку з відсутністю іммобілізації (S.T. Canale & F.B. Kelly, 1978).

На думку T.R. Daniels (1996) показами до консервативного лікування є переломи шийки (тип I) таранної кістки без, або з допустимим зміщенням відламків менше 2 мм і кутовою деформацією менш 5°. Отже, виходячи з власних експериментальних робіт, він вважає що це не впливає на біомеханіку

стопи. З цим твердженням погоджуються інші дослідники (П.В. Нікітін, 2004; А.П. Лябах та ін., 2011; J.J. Halvorson et al., 2013).

За рекомендацією Асоціації Остеосинтезу (АО) дані переломи підлягають іммобілізаційному методу із застосуванням гіпсової пов'язки та лікуванню в амбулаторних умовах. Суперечливим залишається лише питання про положення пошкодженої стопи, рівня накладення пов'язки та термінів фіксації, залежно від типу пошкодження таранної кістки. Рекомендації серед авторів досить неоднозначні. Проте, іммобілізаційний метод залишається заходом невідкладної допомоги, що забезпечує створення сприятливих умов для постраждалого під час транспортування (А.Б. Русаков, 1989).

У той же час, деякими дослідниками консервативне лікування не рекомендується, оскільки вони скептично відносяться до можливості існування переломів шийки таранної кістки без зміщення і якщо лінію перелому чітко видно на простих знімках, пошкодження слід класифікувати як Hawkins II. При цьому пропонується виконувати відкриту репозицію та заглибний остеосинтез в усіх випадках переломів типу Hawkins I, щоб уникнути вторинного зміщення з порушенням співвідношень у ПТС (Н.А. Vallier, 2015).

Переломи тіла таранної кістки за механогенезом, відкритою лікувальною тактикою та розвитком ускладнень нічим не відрізняються від переломів шийки. Проте визначальним для анатомо-функціонального результату вважають проблему анатомічного зіставлення та стабільної фіксації пошкодженої кістки за умови адекватного хірургічного доступу та з урахуванням анатомічних особливостей кровопостачання таранної кістки. Причому при переломах III та IV типів операцію необхідно виконувати за терміновими показами з метою запобігання тривалого здавлення заднього великогомілкового судинно-нервового пучка (В.В. Паламарчук, 2002; А.П. Лябах та ін., 2011; J. Schatzker & M. Tile, 1987).

Переломи та переломи-вивихи таранної кістки зі зміщення відламків лікуються лише оперативним шляхом, оскільки метод заглибного остеосинтезу відповідає принципам лікування внутрішньосуглобових пошкоджень, але за

відсутністю будь-яких протипоказань, перш за все, з боку м'яких тканин та у коморбідних пацієнтів віком понад 60 років. Оцінюючи накопичений досвід лікування даних пошкоджень, ряд авторів прийшли до висновку, що точна репозиція відламків можлива лише за допомогою ORIF. При цьому повідомляють про неоднозначно сприятливі результати лікування в окремих спостереженнях від 30% до 100%. Оперативне лікування переломів таранної кістки зарекомендувало себе в якості основного, зважаючи на можливість абсолютної репозиції відламків, візуалізацію конгруентності суглобових поверхонь та досягнення стабільної фіксації (П.В. Нікітін, 2004; А.А. Ситник, 2019).

Відносно вибору доступу для виконання ORIF таранної кістки на сьогодні відсутня єдина думка. Вважається, що хірургічний доступ до кожного конкретного перелому таранної кістки диктується існуючими умовами та напрямками зміщення уламків, тому при остеосинтезі можуть бути використані:

- при переломах шийки – серединний дорзальний, передньо-медіальний або передньо-латеральний доступи або їх комбінація;
- при переломах тіла – передньо-медіальний, медіальний остеопластичний;
- при переломах-вивихах – медіальний остеопластичний, комбінація передньо-медіального чи латерального, при яких не спостерігають збільшення небезпеки ранових ускладнень та асептичного некрозу (Р.В. Ефимов, 2000).

Кортикальний шар шийки таранної кістки тонше і менш міцний по медіальній та тильній її поверхні. Внаслідок цього репозиція перелому з використанням лише передньо-медіального доступу часто супроводжується варусним відхиленням голівки (Jr.J.A. Buza & P. Leucht, 2018).

Проте ряд клініцистів має іншу думку про доцільність використання доступів, перевагах візуалізації переломів таранної кістки та можливості маніпуляцій в оптимальному обсязі на тому або іншому відділі кістки (G.B. Holmes, 1994; R.S. Adelaar, 1999). Передньо-медіальний доступ часто виконується у поєднанні з остеотомією внутрішньої кісточки, що дозволяє оглянути тіло таранної кістки в більш повному обсязі. Стабільна внутрішня фіксація перелому здійснюється кортикальними або малеолярними гвинтами

Ø2,7–4,0 мм як цілісними, так і канюльованими (Herbert) або їх комбінацією із спицею Kirschner (I.J. Alexander & J. Watson, 1991). Необхідно відзначити, що існують розбіжності і з приводу напрямку проведення гвинтів, які зазвичай вводяться через суглобову поверхню голівки в тіло тарану.

Так, T. Swanson et al. (1992) в результаті біомеханічних досліджень по вибору найкращого розташування гвинтів, довів переваги задньо-латерального доступу, використовуючи введення гвинтів у таранну кістку в напрямі ззаду наперед. У той же час експериментальна робота M. Attiah et al. (2007) не підтвердила різниці в міцності фіксації та залежності від напрямку гвинтів.

У свою чергу Турчин А.М. та ін. (2013, 2016) при біомеханічних дослідженнях жорсткості фіксації відламків встановили переваги зустрічно-компресійних гвинтів власної конструкції. M.D. Charlson (2006) і Y. Xue (2014) показали високу ступінь стабільності міні-пластин при фіксації осколкових переломів шийки таранної кістки порівняно з гвинтами.

Виходячи з особливостей кровопостачання таранної кістки, на думку деяких фахівців, виникає необхідність у невідкладному хірургічному лікуванні. Проте, при терміновому виконанні операції частота ранніх ускладнень з боку м'яких тканин досягала 77% (L.G. Hawkins, 1970; H.A. Vallier, 2015). Останні дані літератури, присвячені порівнянню віддалених результатів, окреслюють відмінності між ускладненнями ранньої та відстроченої внутрішньої фіксації, які складають від 2% до 10% (B.J. Grear, 2016).

В свою чергу, E. Lindvall (2004), D.W. Sanders (2004) та H.A. Vallier (2004) відзначили, що незалежно від термінів виконання операції статистичних відмінностей у функціональних результатах не виявлено, тобто частота розвитку ускладнень залежала від тяжкості травми. Безумовно, всі відкриті пошкодження і аналогічно повні вивихи тіла таранної кістки вимагають невідкладного усунення, зважаючи на небезпеку розвитку вторинного некрозу м'яких тканин внаслідок тиску кісткових фрагментів зсередини.

У результаті цих обставин за даними літератури сповільнена консолидація переломів шийки таранної кістки складає 4%, частота незрощень – від 5% до

50%, зрощення в неправильному положенні – до 37% (J.E. Lorentzen, 1977; R.S. Adelaar, 1999; G. Rajenda, 2000). Далі, ОА гомілковостопного та ПТС розвивається в 13,1–47% (R.S. Adelaar & J.S. Gould, 1990; M.E. Brage & C.M. Robertson, 2007). Асептичний некроз у зоні блоку таранної кістки виникає в 12–41%, а при переломах-вивихах може досягати 100% (A.M. Mont et al., 1996; E., Lindvall et al., 2004). У половині випадків рання рентгенологічна ознака зникає за рахунок ревазуляризації без колапсу протягом 2 років після травми (A.H. Торгашин та ін., 2021). В 20–30% випадків переломи шийки таранної кістки є відкритими (J.J. Halvorson et al., 2013), супроводжуються інфекційними ускладненнями в 23,3–40% (W.G., DeLong, 1999) та остеомієлітом у віддаленому періоді – в 8,7% (Э.Б. Гатина та ін., 2013; J. Webster & S. Osborne, 2012).

У сучасній травматології з періоду, коли став широко застосовуватися ЧКО за Г.А. Ілізаровим (1952), відбувся ухил до технічної сторони лікування переломів даної локалізації (рис. 1.1).

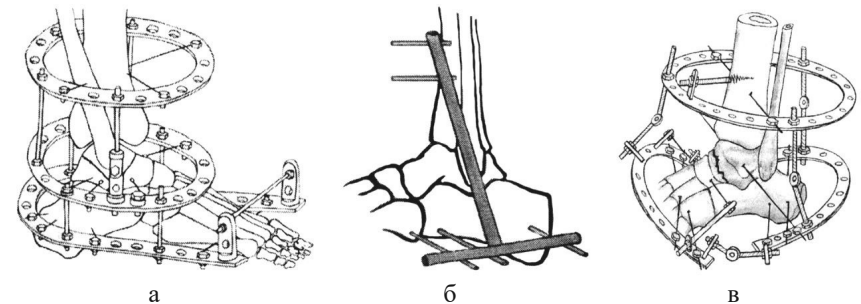


Рис. 1.1 Схеми компоновок апаратів для остеосинтезу таранної кістки: а – Шигарев В.М. (1998); б – Федосов А.П. (2007); в – Панков І.О. (2012)

Спроби різних дослідників були направлені на удосконалення та впровадження в клінічну практику ЧКО, як методу вибору при лікуванні переломів таранної кістки. У той же час, ці методики особливого поширення не отримали, оскільки були пов'язані із значними, зокрема, анатомічними особливостями переломів Hawkins III-IV, що унеможливило через технічні

складнощі виконання закритої репозиції уламків. Також перешкоджанню візуалізації репозиції при рентгенологічному контролі стала металева конструкція пристроїв та небезпека розвитку гнійно-септичних ускладнень навколо спице-стрижневих фіксаторів.

Слід відзначити, що переломи Hawkins I-II за рахунок своєї анатомії ушкодження стали поштовхом для розробки малоінвазивного остеосинтезу з використанням удосконалених зовнішніх конструкцій, що являє собою альтернативою для застосування при наявності протипоказань до ORIF з будь-яких місцевих та соматичних причин у осіб різних вікових груп.

Публікації про успішні результати застосування АЗФ присвячені використанню заздалегідь відкритої репозиції таранної кістки та внутрішньої фіксації відламків спицями та (або) гвинтами з метою подальшого усунення в апараті міокомпресії гомілковостопного та ПТС (В.Г. Климовицкий и др., 2011; Ю.И Павлишен, 2012).

В останнє десятиліття широке впровадження ЧКО разом з перевагами висвітлили і недоліки: відсутність єдиної думки відносно показань до остеосинтезу, немає належної уваги самій техніці репозиції, а принципи остеосинтезу зовсім не обґрунтовані з точки зору біомеханіки.

Нами не виявлено публікацій, присвячених експериментальним дослідженням за визначенням та порівнянням жорсткості фіксації фрагментів, що відображають деякі аспекти поведінки системи «фіксатор – таранна кістка», з реалізацією програмних чисельних методів, наприклад, методу кінцевих елементів (МКЕ). Існують дослідження на підставі натурної (трупної) моделі простого перелому шийки таранної кістки із застосуванням стандартних методик остеосинтезу та різних величин компресійного навантаження (П.В.Нікітін та ін., 2004; М.С. Шидловський та ін., 2015). Тим часом, ці механічні випробування стосуються руйнівних методів контролю, отже, дослідження на кістковому трупному матеріалі значно поступаються рівню фізико-механічних властивостей живої тканини (А.В. Левченко, 2013).

Порівняльний аналіз джерел літератури показує, що при переломах шийки та тіла (блоку) таранної кістки без зміщення позитивні результати консервативного лікування отримані в 42,9–87,5% випадків (Jr.J.A. Buza & P.Leucht, 2018). Серед ускладнень цих пошкоджень в 20–42,9% відмічався розвиток підтаранного ДОО та гомілковостопного суглобів, а в 13% спостережень – розвиток асептичного некрозу в зоні блоку таранної кістки (N.Gerken et al., 2011; D.W. Chen et al., 2013; J.J. Halvorson et al., 2013). При оперативному лікуванні подібних переломів, перелоמו-вивихів та відкритих переломів зі зміщенням відламків позитивні результати отримані в 22,2–73% випадків (A. Fournier et al., 2012). Задовільні результати після повного травматичного вивиху таранної кістки описані лише в поодиноких випадках (М.І. Ланда, 1970; L.C. Detenbeck, 1969). Тяжкість перелоמו-вивихів даної кістки є основною причиною тривалих термінів непрацездатності та інвалідності в 73,2% спостережень (Г.В. Гайко та ін., 2002; D.W. Sanders et al., 2004).

1.2.2 Діагностика та лікування хворих з переломами п'яткової кістки

В сучасній літературі серед публікацій, присвячених лікуванню переломів п'яткової кістки, приділяється увага багатьом дискусійним питанням діагностики та вибору методу лікування. З метою виявлення даного перелому описані наступні патогномонічні клінічні симптоми: П.И. Тихова (1909); Б.К.Бабича (1952); В.А. Яралов-Яралянца (1969); Я.Г. Дуброва (1973); В.Л. Панського (1987) та L. Böhler (1931).

А.В. Лукин (1980) відзначав, що не дивлячись на наявні характерні ознаки перелому п'яткової кістки, зустрічаються випадки коли його трактують як забій, розтягнення або розрив зв'язок, тому випадки помилок та пізньої діагностики переломів в травматологічних пунктах сягають 20%.

Напроти, травма ЗВС, що супроводжується напруженим набряком та вираженим болем, невідповідній тяжкості отриманого пошкодження, повинна привертати пильну увагу щодо виникнення тунельного синдрому. У

вітчизняній літературі цей симптомокомплекс отримав назву місцевого гіпертензивного ішемічного синдрому (С.С. Страфун та ін., 2013), у закордонній (М. Meyerson & А. Manoli, 1993) – термін "компаратмент-синдром" (англ. «*compartment*» – купе, відсік, перегородка). У клінічній практиці найчастіше (10%) він виникає у разі підвищення тиску в середньому м'язово-фасціальному футлярі стопи до 10–30 мм.рт.ст., викликаючи компресію розташованих в ньому судинних та нервових структур. Невиконана вчасно консервативна або хірургічна декомпресія закінчується невтішними наслідками для функції стопи, збільшує вірогідність розвитку гнійних ускладнень і може навіть призвести до фатальних наслідків. У той же час дане тяжке ускладнення може бути попереджене при своєчасному виявленні та проведенні мінімально травматичних хірургічних втручань – фасціотомії, направленої на декомпресію фасціальних порожнин (П.В. Нікітін, 2005).

Діагностика характерних клінічних симптомів перелому п'яткової кістки в гострому періоді травми при первинному огляді без рентгенівського обстеження неприпустима. В багатьох лікувальних закладах держави домінує звичайне рентгенологічне дослідження, як найбільш доступне та економічно прийнятне в діагностиці даних переломів.

Крім стандартних проєкцій, використовують укладки за В. Broden (1949) для кращої деталізації пошкоджень задньої суглобової фасетки (ЗСФ). Візуалізація і прагнення до систематизації різних варіантів переломів п'яткової кістки визначили появу значної кількості класифікацій. У світовій літературі більшість класифікацій ґрунтуються на даних рентгенологічного дослідження. Впродовж багатьох років клініцистами використовувалася одна з перших класифікацій, створена в 1931 р. австрійцем Logenz Böhler, який вніс вагомий вклад у дослідження особливостей лікування переломів п'яткової кістки та з часом неодноразово змінював свою точку зору в цьому питанні. Згодом були запропоновані від простих до складних, але таких, що часто повторюються і мало чим відрізняються один від одного класифікації серед вітчизняних і зарубіжних фахівців.

У 80-ті роки минулого століття багатьма зарубіжними фахівцями були відмічені переваги використання КТ, оскільки рентгенологічне дослідження у ряді випадків не дозволяє виявити локалізацію переломів, розташованих у сагітальній площині.

У науковій літературі і серед практичних лікарів залишається предметом для дискусій пріоритетність використання двох досить популярних класифікацій. Це, перш за все, на підставі рентгенологічного дослідження стопи в бічній проєкції описова класифікація P.G.L. Essex-Lopresti (1952), що дозволяє за характерними лініями зламу визначити тип перелому та вид зміщення відламків. Інша – класифікація R. Sanders (1993), дозволяє за результатами КТ у фронтальній і горизонтальній площинах визначити локалізацію та кількість фрагментів ЗСФ, а також прогнозувати результати лікування.

Історія лікування переломів п'яткової кістки відрізняється різним науковим підходом до вирішення проблеми. Так, Коришков Н.А. (2006), простежуючи динаміку розвитку лікування переломів даної локалізації, відзначив, що з XVIII по XXI століття авторами описано більше 70 способів, серед яких умовно розрізняють від 3 до 8 груп (закритої, напівзакритої та відкритої репозиції). Серед безлічі різних методик лікування, частина з них витримала перевірку часом, інші були забуті і залишились лише в історичному минулому.

Консервативне лікування не обговорюється у разі переломів п'яткової кістки без зміщення або з незначним зміщенням уламків, а лікування зміщених переломів залишається досить складною проблемою, особливо у пацієнтів різних вікових груп, котрим протипоказана операція з відкритим доступом.

Ще до впровадження в практику рентгенографії, при лікуванні переломів п'яткової кістки найбільшим поширенням користувався так званий "класичний метод", тобто гіпсова іммобілізація без репозиції уламків (З.В. Кошкар'ова, 1979; Л.А. Якімов, 1990; J.C. Parkes, 1973). Також деякі фахівці рекомендували функціональний метод, який отримав назву серед багатьох зарубіжних авторів – "розумної халатності" (L. Barnard & J.K. Odegard, 1955; H.L. McLaughlin, 1963; N.J. Giannestras & G.J. Sammarco, 1975; G.M. Tanke, 1982).

Перші згадки про мануальну репозицію п'яркової кістки належать F.J. Cotton & L.T. Wilson в 1908 р., а ідея лікування скелетним витягненням виникла вперше у L.G. Clark в 1855 р., які протягом багатьох років безуспішно застосовувалися відомими клініцистами. Світовий досвід свідчить про те, що досягти позитивних результатів після застосування указаних методик практично неможливо. Час показав, що консервативні методи лікування істотно проблему не вирішують, оскільки обумовлюють несприятливі результати в 13,0–27,3%, в окремих випадках досягають 80,5% при ігноруванні зміщення відламків, що призводить до інвалідності в 25,0–61,2% (І.В. Фішкін, 1986).

Основні корективи в тактиці лікування переломів п'яркової кістки вніс наступний період – оперативний (хірургічний). Історія відношення до використання відкритої репозиції мала хвилеподібний та зі змінним успіхом характер до кінця 50-х років минулого століття.

Розвиток і впровадження АО/ASIF (Швейцарія) принципів ORIF, передопераційного планування (КТ, МРТ, анестезія, антибіотикотерапія) зумовило одержання відмінних результатів лікування в більшості випадків хірургічних втручань. Основною перевагою ORIF є безпосередній візуальний контроль на всіх етапах стабільно-функціонального остеосинтезу. Не дивлячись на те, що заглибний остеосинтез дійсно поліпшив функціональні результати після внутрішньосуглобових переломів п'яркової кістки зі зміщенням, загально визнано, що лікування як і раніше залишається суперечливим та неминуче пов'язане відносно інтра- і ранніх післяопераційних ускладнень.

Відкрита репозиція досить складна через тривимірний напрям ліній зламу. Відновлення висоти, ширини і довжини тіла п'яркової кістки послідовно проводять під візуальним контролем, використовуючи два доступи – латеральний і медіальний, або залежно від ситуації їх комбінацію. Важливість медіального доступу для реконструкції форми позасуглобової частини п'яркової кістки підкреслювали I.S. McReynolds (1972) та B.D. Burdeaux (1993). Цей доступ, на думку J.R. Stephenson (1993), сприяє частіше відновленню форми п'яркової кістки та корекції кута Böhler, але не призводить до репозиції

суглобової поверхні ПТС. У зв'язку з цим у своєму дослідженні він використовував обидва доступи: медіальний для репозиції тіла, а латеральний для відновлення конгруентності суглобових поверхонь ПТС.

На сьогодні, пріоритетним напрямком в оперативному лікуванні за результатами аналізу джерел літератури визначається все ж L-подібний латеральний доступ Seligson до п'яркової кістки, описаний у 1984 р. N. Gould. Для фіксації кісткових відламків використовуються пластини різних фірм виробників ("Stryker", "Konigsee", "Synthes", "Mathys", "Tampa plate", "Ортомет" та інші). При тяжкому пошкодженні після відкритої репозиції візуалізується порожнина і тоді для заміщення дефекту на сучасному етапі використовується опорна остеопластика із застосуванням імплантата з пористого нікеліда титану (В.М. Прохоренко і ін., 2008; В.А. Кописова і ін., 2010), біокомпозиту на основі б-трикальцій фосфату (В.М. Шимон та ін., 2018) та рідкої кераміки ChronOs (Швейцарія). У той же час необхідність у кістковій пластиці дефекту в цих випадках сприймається рядом авторів неоднозначно (H. Zwipp et al., 2004). Між тим, згідно думці P. Essex-Lopresti (1952), подібна ситуація, поза сумнівом, виникає і при закритій аксіальній репозиції, але гематома, що утворюється в порожнині при цьому, сприяє регенеративним можливостям п'яркової кістки.

Наступний момент, який відзначають багато клініцистів при аналізі післяопераційних рентгенограм, полягає в тому, що в 5,0–26,0% випадків не удається досягти адекватної репозиції фрагментів п'яркової кістки та конгруентність в ПТС. Навіть під візуальним контролем повністю відновити анатомію роздроблених внутрішньосуглобових переломів п'яркової кістки типу Sanders IV практично неможливо, тому в даний час за кордоном рекомендується первинний артродез (П.В. Нікітін та ін., 2004; R. Sanders et al., 2014).

З часом, згідно аналізу виниклих ускладнень специфічними протипоказами до відкритої реконструкції закритих зміщених переломів п'яркової кістки став коморбідний стан у осіб літнього та старечого віку. Не дивлячись на свою популярність і ефективність, аналіз результатів накісткового остеосинтезу розкрив недоліки та ускладнення даного методу, які визнаються

багатьма авторами, що мають досить великий практичний досвід його застосування. Виявляється, що незалежно від варіантів використання доступів ранні післяопераційні ускладнення у вигляді крайових некрозів шкіри спостерігаються в 0,4–25% випадків; гематоми – в 2,5%; пошкодження *p. tibialis posterior* – в 0,6–25% та інфекційні ускладнення (поверхневе нагноєння м'яких тканин) – в 1,3–7%. За результатами R. Sanders (2000), глибоке нагноєння операційної рани та розвиток остеомієліту (0,6–5,7%) призвело до ампутації стопи у 2% випадків. Серед пізніх ускладнень відзначають асептичний некроз та вторинне зміщення фрагментів п'яtkової кістки – по 1,7% (А.П. Лябах, 2000; M. Backes et al., 2014; M. Karns et al., 2015). Заслужують також на увагу досить неймовірно поодинокі спостереження і про незрощення первинного перелому в 1,3–2,9% випадків (В.Ф. Прозоровський, 2003; H. Zwick et al., 1988).

Вкрай важливим і маловивченим серед дослідників, як і раніше, залишається питання – чи перевершують переваги ORIF його можливі ризики (S. Meena et al., 2016). Відкритий спосіб остеосинтезу п'яtkової кістки привів до його широкого застосування без врахування чітких показів і протипоказань. Відсутність єдиного алгоритму та стандартів надання допомоги хворим провокує безконтрольний "творчий" підхід до питання вибору методу лікування. Проте ціна помилки хірурга, що оперує, дуже висока, зважаючи на значну технічну складність усунення наслідків подібних пошкоджень. Внаслідок цього у багатьох авторів виникає питання: як захистити пацієнтів від можливих ускладнень, які потенційно несе в собі відкрита хірургія пошкоджень у гострому періоді травми (Т.А. Лантух, 2014; В.В. Савгачов, 2018).

Такі чинники, як травматичність та ускладнення, впливають на віддалені результати лікування переломів п'яtkової кістки і викликають сумнівні підстави в досконалості та безперечної перевазі хірургічного напрямку – ORIF. У зв'язку з цим з'явилися роботи, присвячені більш диференційованому підходу (показання та протипоказання) до вибору методів лікування, з урахуванням факторів ризику можливих ускладнень і категорій пацієнтів понад 60 років з

високим коморбідним фоном (А.Ю. Симаков, 2018). З цього приводу з'явилася критична оцінка, яка сприяла тенденції використання методик закритої репозиції і концентрації біля домінуючої ідеології малоінвазивного остеосинтезу, реалізація якого дозволяє досягти позитивного результату навіть за наявності протипоказань до ORIF (А.В. Левченко, 2013).

Постійне вдосконалення травматології як науки, обумовлено розвитком і впровадженням у медичну практику сучасних технологій. На зміну накістковому остеосинтезу на початку ХХІ століття нестримно став впроваджуватися в практику внутрішній остеосинтез, який переконливо довів свою перевагу, усунувши ряд вказаних недоліків відкритої репозиції. В клініках використовуються розроблені для внутрішнього остеосинтезу всілякі канюльовані гвинти (А.В. Левченко, 2013), біодеградуючі канюльовані гвинти Bioretac ActivaScrew (J. Zhang et al., 2012), штифт Medin C-Nail (Чехія) (П. Яната, 2014; М.Н. Amlang & S. Rammelt, 2016) та канюльований блокований стрижень (О.А. Радомський & П.В. Рябоконе, 2014).

Проте, запропонований відносно недавно, остеосинтез п'яtkової кістки штифтом є привабливим варіантом, зважаючи на малу травматичність. В той же час ускладнення цього способу фіксації в спостереженнях В.О. Каленського та ін. (2015) склали 20% – поверхневий некроз шкіри (2,2%); неповноцінна репозиція (2,3%); вторинне зміщення (6,7%); конфлікт малогомілкових сухожилів з гвинтами (4,4%) і невropатія литкового нерва (4,4%). Не дивлячись на безліч різних фіксаторів і технологій для їх імплантації, все ж залишається багато дискусійних та суперечливих питань відносно пріоритетності їх застосування.

У зв'язку з вище перерахованим, окремим питанням для його розгляду є закрыта одномоментна інструментальна репозиція (ЗОІР) п'яtkової кістки, яка впродовж всієї історії еволюції методів лікування її переломів привертала увагу клініцистів і на сьогодні не втратила свою актуальність (X.J. Wang et al., 2016). Ідея свідомо мінімізувати ймовірність розвитку будь-яких ускладнень, потім розробка та впровадження у клінічну практику перкутанної техніки аксіальної репозиції належить Н. Westhues (1934). Основним моментом репозиції

фрагментів є черезшкірне введення цвяха в горб п'яtkової кістки по задній поверхні в сагітальній площині та зведення його у напрямі підшви стопи, формуючи, таким чином, нормальний кут Böhler з подальшим накладенням гіпсової пов'язки. Слід звернути увагу на ту обставину, що при завершенні хірургічного втручання цвях був засобом остеосинтезу відламків. Зважаючи на неможливість контролювати стан м'яких тканин навколо цвяха, методику застосовували обмежено за умов високої вірогідності розвитку ризику інфекційних ускладнень. За даними літератури цю методику незабаром модифікували інші автори, що сприяло застосуванню успішної закритої черезшкірної аксіальної репозиції при мінімальній інвазивності, використовуючи цвяхи Steinmann, Gissane, Schanz, Codivila і ін. (Burkl de la Camp, 1936; W. Gissane, 1951; R. Merle d'Aubigne, 1961).

Essex-Lopresti P. в 1952 р. розробив власну методику реконструкції для язикоподібного типу перелому, техніка якої декілька відрізнялась від запропонованої Н. Westhues. Представлена ним концепція пошкоджень п'яtkової кістки та методика репозиції стала найпопулярнішою у світі. Варто зазначити, що посилання на метод за Н. Westhues зустрічаються лише в німецькомовній літературі, в англійській – як метод Р. Essex-Lopresti.

Усуваючи недоліки методики у техніці виконання, інші послідовники постійно модифікували та обґрунтували саму ідею Westhues/Essex-Lopresti. Вона була представлена у вигляді ефекту "лігаментотаксису", як непряма репозиція зміщених уламків п'яtkової кістки шляхом дистракції зв'язок, приєднаних до цих уламків, що дозволяє відновити висоту ЗСФ та зменшити varus/valgus деформацію, а також ширину п'яtkової кістки (A. Pillai et al., 2007).

Виходячи з представлених даних, техніка закритої аксіальної репозиції забезпечує ефективну реконструкцію ПТС, а малоінвазивний остеосинтез при будь-якому типі перелому п'яtkової кістки цілком зіставний або не поступається ORIF, тому може бути використаний у осіб різних вікових груп, незалежно навіть від наявності місцевої чи соматичної патології та у пацієнтів

понад 60 років з коморбідним станом, що є протипоказанням до застосування ORIF (Т.А. Walde et al., 2008; С. Jin et al., 2017).

Досить широко представлений в публікаціях останніх десятиліть (О.Л. Шестоцьоров, 2002; О.М. Єдинак, 2003; В.В. Маслов, 2006; К.К. Стельмах і П.В. Жуков, 2008; Р. Frohlich, 1999; Р. Tornetta, 2000) позитивний результат використання на практиці елементів методики перкутанної аксіальної репозиції за Westhues/Essex-Lopresti, як в модифікованому вигляді (А. Pillai et al., 2007; S. Rammelt et al., 2010), опосередковано при заглибному остеосинтезі (П.В. Нікітін, 2005; И.И. Гаврилов, 2010), так і закритому внутрішньому остеосинтезі (А.В. Левченко, 2013). Як правило, після репозиції фрагменти фіксували провізорним проведенням спиць у різних кількостях і напрямках. При задовільному стоянні відламків на контрольній рентгенограмі операція завершувалася одним з видів остеосинтезу. Одномоментну техніку аксіального вправлення деякі автори, використовуючи зовнішні конструкції, перевели в дозований та контрольований процес, об'єднавши засоби репозиції з подальшою фіксацією відламків (рис. 1.2).

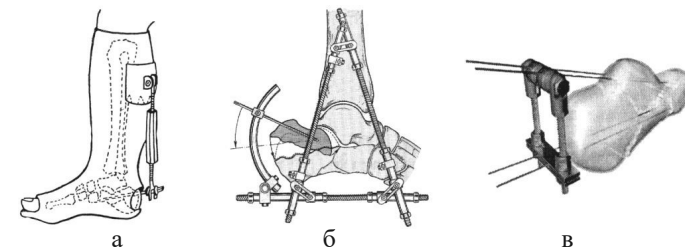


Рис. 1.2 Схема авторських пристроїв для аксіальної репозиції п'яtkової кістки
а – К.П. Кузнецов (1978); б – П.В. Нікітін (2005); в – М.Е. Купітман (2012)

Мінімальна інвазивність і простота техніки Westhues/Essex-Lopresti отримала наукове обґрунтування (К.І. Wallin et al., 2014) й дозволила вийти на новий рівень репозиції фрагментів п'яtkової кістки з появою сучасних методів інтраопераційного контролю (ЕОП) та артроскопічної техніки візуалізації. Наразі невдалої ЗОІР, у випадках недотримання показань та терміну до її

застосування, тактика лікування повинна передбачати зміну методу для досягнення позитивного результату (S. Rammelt et al., 2004).

Не дивлячись на безліч модифікацій техніки репозиції та використання засобів для її досягнення, ця тема залишається дискусійною. В літературі не приділяється належної уваги можливості репозиції інших типів перелому, а принципи малоінвазивного остеосинтезу не досить обґрунтовані з точки зору біомеханіки. Ми не знайшли публікацій, в яких би порівнювалися характеристики міцності спиць після використання ЗОІР п'яtkової кістки на підставі математичного моделювання. Проте, в літературі є поодинокі повідомлення про математичне обґрунтування ефективності методики малоінвазивного остеосинтезу п'яtkової кістки канюльованими гвинтами після ЗОІР (А.В. Левченко, 2013). На підставі натурної (трупної) моделі простого перелому п'яtkової кістки проведені дослідження із застосуванням стандартних методик остеосинтезу та різних величин компресійного навантаження (П.В. Нікітін та ін., 2003, 2004). Дані механічні випробування відносяться до руйнівних методів контролю, отже, дослідження на кістковому трупному матеріалі значно поступаються рівню фізико-механічних властивостей живої тканини (А.В. Левченко, 2013).

Починаючи з другої половини ХХ століття при хірургічному лікуванні зміщених внутрішньосуглобових переломів п'яtkової кістки найбільш ефективними вважаються ORIF та малоінвазивний остеосинтез.

Ілізарову Г.А. (1951) належить пріоритет у вітчизняній травматології створення концепції позавогнищевого компресійно-дистракційного остеосинтезу, що прославило нашу травматологію як науку. На підставі схеми його апарату були розроблені та впроваджені в практичну діяльність неймовірна кількість компоновок для черезкісткової фіксації відламків при переломах, як верхніх та нижніх кінцівок в цілому, так і п'яtkової кістки, зокрема (Е.П. Архіпов, 1972; П.С. Безсмертний, 1973; А.Д. Лі та І.П. Левен, 1976; В.М. Сергєєв, 1979).

У вітчизняних фахівців покази до ЧКО більш розширені, оскільки даний метод є досягненням нашої травматології та ортопедії, клінічна ефективність якого доведена часом. Останніми роками методика закритої репозиції відламків п'яtkової кістки АЗФ продовжує удосконалюватися з використанням спиць, стрижнів та їх комбінації в умовах коли маються протипоказання до ORIF з будь-якої локальної чи супутньої патології у осіб різних вікових груп.

Монтаж апарату передбачає установку фіксаторів на зовнішній опорі для створення бази, яка зв'язана досить жорстко із фіксаторами на стопі, створюючи передумови для успішної репозиції та фіксації до зрощення перелому. Анатомія стопи дозволяє використання черезкісткових фіксаторів на різних її рівнях. На сьогоднішній день відомі схеми безпечного проведення через кістки стопи, як спиць (Л.Н. Соломин та ін., 2014), так і стрижнів (О.В. Бейдик та ін., 2002), що спрощує методику введення фіксаторів, забезпечуючи мінімальний ризик травматизації функціонально важливих м'якотканинних утворень черезкістковими елементами, попереджаючи виникнення не лише трансфіксаційних контрактур, але і інфекційні ускладнення. Дано біомеханічне обґрунтування схем фіксації кісткових фрагментів п'яtkової кістки, проведені розрахунки жорсткості фіксації спицями (С.И. Швед и др., 1998) та стрижнями (А.П. Любицкий, 2004). Результати досліджень показали, що жорсткість фіксації кісткових уламків спицями $\varnothing 1,5$ мм, виготовленими із сталі 17Х18Н9, достатня для сприйняття зовнішніх навантажень, але в 3 рази поступається жорсткості фіксації різьбовими стрижнями $\varnothing 4$ мм.

На теперішній час розрізняють компоновки апаратів, які фіксують гомілковостопний суглоб впродовж усього періоду консолідації (рис. 1.3).

Варто відзначити, що закритий ЧКО порівняно з відкритою репозицією найменш травматичний, а за умов монтажу апарату тільки на стопі відповідає вимогам функціональності в післяопераційному періоді (рис. 1.4).

За кордоном основними показами до застосування АЗФ є переважно відкриті та "вибухові" закриті переломи п'яtkової кістки (F.G. Usuelli & U.A. Montrasio, 2012). Цьому свідчить статистика розвитку остеомієліту п'яtkової

кістки після відкритих переломів – 70% (T.S. Watson, 2007; (M. Karns et al., 2015). Серед усіх остеомиєлітичних уражень кісток скелета від 3,1% до 14,8% випадків складає хронічний остеомиєліт п'яtkової кістки, який по відношенню до кісток стопи досягає 51% (Г.Д. Никитин, 2000; M. Backes et al., 2014).

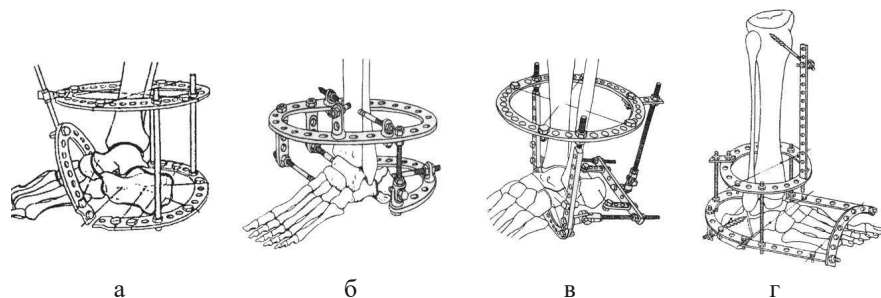


Рис. 1.3 Схема зовнішніх пристроїв з базовою опорою на гоміліці:
а – Дрогін А.Р. (2002); б – Любіцький А.П. (2004); в – Іванов П.В. (2006);
г – ДонНДІТО (2012)

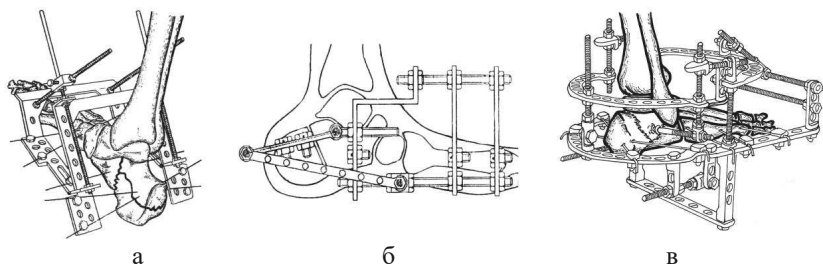


Рис. 1.4 Схема авторських зовнішніх пристроїв з базовою опорою на стопі:
а – Фішкін І.В. (1986); б – Касянчук В.М. (2002); в – Бодня О.І. (2000)

Розроблені апарати, безумовно, володіють високими фіксаційними властивостями і можливістю проведення корекції відламків у процесі лікування. Позитивні результати, за даними ряду авторів, отримані більш ніж в 90% хворих (І.В. Фішкін, 1986; В.Ю. Черниш та ін., 2012). Проте ЧКО не набув широкого поширення і на думку спеціалістів основними недоліками є: громіздкість, обмежена кількість ступенів свободи в репонуєчих вузлах знижує

репозиційні можливості апарату, а фіксація гомілковостопного суглоба може привести до розвитку контрактури. Частота випадків недостатньої репозиції досягає 21,4%, а ускладнень, що не впливають на результат – до 50%.

Левченко А.В. (2013), не маючи достатнього власного досвіду застосування АЗФ, все ж відносить ЧКО до методик закритої репозиції та мінімально інвазивного остеосинтезу, але категоричніший у ставленні до них та висловлює свою думку, вважаючи, що вони використовуються групою фахівців лише для виконання дисертаційних робіт. На наш погляд, у науковій літературі досить у повному обсязі відбиті практичні розробки багатьох методик оперативного лікування, де прибічники кожної з них переконливо доводять та демонструють у порівнянні їх переваги.

Специфікою наукового пошуку останнім часом є сучасні дослідження, де нові ідеї присвячені спостереженням кореляції морфометричних параметрів архітекtonіки п'яtkової кістки залежно від типу будови, віку, гендерної приналежності та регіону. Показані відмінності анатомічної варіабельності будови п'яtkової кістки та підтаранних ДОА змін в популяції (М.В. Байрошевська та ін., 2014). В той же час, нами не знайдені публікації, стосовно питань дослідження локальних і системних показників мінеральної щільності кісткової тканини (МЩКТ) у хворих з травмами ЗВС та їх вплив на результати лікування. Відома роль п'яtkової кістки та методика виявлення ОП хребта, шийки стегна і можливості його корекції, проте спеціальних досліджень, що обґрунтовують вплив ОП на результати переломів кісток ЗВС не проводилося (О.В. Добровольська & Н.В. Торопцова, 2016).

Переваги та недоліки консервативного і відкритого оперативного методу лікування внутрішньосуглобових переломів п'яtkової кістки постійно порівнюються серед багатьох дослідників. Автори не знаходять достовірної різниці за статистично порівнювальними результатами. У групі ORIF відмічається більше інфекційних ускладнень, а в групі консервативного лікування виявлена вища частота розвитку підтаранного ДОА, тому необхідність у виконанні підтаранного артродезу (ПТА) виникає в 5,5 разів

частіше. Слід зазначити, що в якості альтернативи може виступити малоінвазивний остеосинтез, який дозволить вплинути на функціональний результат за наявності протипоказань до ORIF (А.П. Лябах та ін., 2009; D. Griffin et al., 2014; S. Meena et al., 2016).

Тривалість функціональних розладів залежить від тяжкості пошкодження, яке обумовлене ступенем залучення та руйнування суглобових поверхонь ПТС (В.Я. Нанинець & А.П. Лябах, 2016). При існуючих широких можливостях оперативного лікування все ж наслідком внутрішньосуглобових пошкоджень, перш за все, є підтаранний ДОО (Б.І. Сіменач та ін., 2004), який розвивається з тією ж частотою в ранньому післяопераційному періоді (70–82%), що і у хворих, які отримали консервативне лікування (М.Ю. Ежов, 2011).

1.3 Лікування наслідків переломів п'яткової кістки

До основної функції ЗВС та суміжних суглобів відносять передачу і розподіл ваги тіла на стопу, забезпечення плавної ходи, нівеляцію стресових навантажень при ходьбі та бігу (N. Krähenbüh et al., 2017).

Не дивлячись на багате кровопостачання стопи, характер переломів п'яткової кістки та наслідки несвоєчасного або неправильного лікування часто призводять до ускладнень, серед яких основне місце займають підтаранний ДОО та порушення біомеханіки ходьби та опорної функції нижньої кінцівки (В.Я. Нанинець та ін., 2018).

Переломи п'яткової кістки через виражений поліморфізм, труднощі репозиції та забезпечення надійної фіксації на даний час є одними з найбільш складних для хірургічного лікування. Точність зіставлення відламків та стабільність остеосинтезу визначають можливість у післяопераційному періоді ранньої функціональної реабілітації стопи та її ключових ланок – гомілковостопного та ПТС, що зрештою має виняткове значення в професійній і побутовій діяльності сучасної людини.

Руйнуванням різного ступеню тяжкості (65–75%) супроводжуються переломи п'яткової кістки в результаті укорочення, потовщення та зниження її висоти. Анатомічні зміни є основою формування досить характерної вальгусної або варусної деформації ЗВС, імпліджмент-синдрому, що майже завжди зумовлює локалізацію больового синдрому і порушення функції ходьби та опори (Н.С. Коновальчук та ін., 2017). Зараз за умови виконання відкритої анатомічної репозиції суглобових поверхонь ЗСФ частота виникнення посттравматичного підтаранного ДОО складає 23–72% саме після переломів п'яткової кістки III-IV типу за класифікацією R. Sanders (2000). Більшість авторів при цьому вважають, що операцією вибору при наслідках переломів п'яткової кістки виступає ПТА, який дозволяє усунути біль, деформацію стопи та відновити її опороздатність (S. Rammelt & H. Zwipp, 2013).

ПТА застосовують у різних варіантах: проста стабілізація (in situ); дистракційний кістково-пластичний артродез; артродез з коригувальною остеотомією п'яткової кістки (М.М. Romash, 1993; Т. Schepers, 2013; G.R. Yu et al., 2016). Проте ефект, що досягається при цьому, не завжди позитивний в більшості випадків реконструкції ЗВС, оскільки не супроводжується передопераційним плануванням та прийомами розрахунків корекції. Тому розміри, форму та положення п'яткової кістки оцінюють вже після проведеної пластики (М.Ф. Єрецька, 1967; К.Т. Тазабеков, 1967; З.В. Кошкарьова, 1979; Л.А. Якімов, 1988; R. Watson-Jones, 1972). Багаточисельні спроби корекції даних порушень з більш тяжкими ураженнями методом ПТА та розрахунку коригуючої остеотомії п'яткової кістки показали незадовільні результати та нівелювали можливість досягти очікуваного позитивного результату, уникнувши розвитку больового синдрому (В.Я. Нанинець та ін., 2018).

З літератури відомі різні оперативні методики в залежності від мети реконструкції ЗВС як у фронтальній, так і сагітальній площинах. П'ятковій остеотомії як фундаментальні та ефективні хірургічні процедури є загальним компонентом корекції деформацій ЗВС та гомілковостопного суглоба. Не дивлячись на сучасні реалії, суть остеотомії п'яткової кістки залишається без

принципових змін у техніці власне хірургічного втручання та є одним з важливих реконструктивних аспектів у корекції фронтальної (varus/valgus) та сагітальної (плоскостопість) деформації ЗВС (А.П. Лябах та ін., 2012; А.А. Карданов, 2016; S. Rammelt & H. Zwipp, 2013; J.G. DeVries & B.J. Scharer, 2015).

За даними світової літератури, ускладнення після виконання ПТА спонукають в 30–35% випадках до швидкого прогресу дегенеративно-дистрофічного процесу в суглобах дистальних відділів стопи на тлі неправильного розподілу навантаження (Т. Schepers, 2013).

Слід зазначити, що до теперішнього часу не представлений аналіз ефективності різних методик ПТА, чисельні роботи присвячені визначенню його меж, а покази до виконання постійно уточнюються. Крім того, немає єдиного підходу до анатомічного обґрунтування оперативних доступів, технології передопераційного розрахунку та виконання артродезу, а також способів фіксації артродезованих суглобових поверхонь. Існують протиріччя відносно післяопераційних термінів фіксації, початку дозованого навантаження та реабілітації після ПТА (А.М. Привалов, 2009; А.С. Ходжиєв, 2016). У зв'язку з цим продовжується пошук нових, ефективніших способів оперативного втручання на ПТС, який забезпечить умови стабільної фіксації суглобових поверхонь з метою досягнення кісткового анкілозу.

РОЗДІЛ 2

ОБСТЕЖЕННЯ ХВОРИХ З ПІДТАРАННИМИ ПОШКОДЖЕННЯМИ

2.1 Клінічні методи дослідження заднього відділу стопи

Діагностичний процес вивчення переломів кісток ЗВС та його наслідків ґрунтується на отриманих даних при клініко-рентгенологічному дослідженні пацієнтів. Хід і якість клінічного ретроспективного спостереження за пацієнтами оцінюють на підставі даних історії хвороби та контрольних оглядів.

Значна роль у діагностиці пошкоджень належить методу клінічного обстеження постраждалих в гострому періоді травми, який проводять за стандартною схемою первинного обстеження хворого. Починають з опитування, приділяючи увагу вивченню скарг, при цьому виявляють характер, локалізацію та іррадіацію болю. З'ясовуються обставини і механізм травми, а також особливості прикладання травмуючої сили. При поєднаних ушкодженнях уточнюють відомості про наявні супутні соматичні захворювання, враховуючи вік коморбідного пацієнта. Окреме значення мають постраждалі у стані наркотичного або алкогольного сп'яніння. У досить пізні терміни надходження пацієнтів після травми спостерігається нерідко значний набряк стопи, що вимагає диференційованої діагностики з компартмент-синдромом.

Клінічне дослідження постраждалих з наслідками переломів кісток ЗВС проводиться за стандартною схемою обстеження ортопедичного хворого (В.О. Маркс, 1978). При опитуванні, залежно від часу що пройшов з моменту травми, особливу увагу приділяють скаргам на наявність локального та характерного болю в ЗВС, який найчастіше буває за умов розвитку підтаранного ДОО. Основним клінічним проявом у хворих з віддаленими наслідками даних пошкоджень є інтенсивні болі, як правило, під зовнішньою кісточкою, в проекції таранного синуса і в ділянці ПТС, що посилюються при тривалій ходьбі, особливо по пересіченій місцевості, або при статичному навантаженні в кінці дня. З'ясовуються обставини, що призвели до необхідності додаткової опори при ходьбі або використання ортопедичних устілок. Чи є особливості та незручності у виборі і користуванні взуттям.

Детальніше обстеження проводять при огляді, оцінюючи положення ЗВС, локалізацію набряку, вигляд і виразність деформації, склепіння стопи, наявність та локалізацію осередків гіперкератозу (натоптишів), а також виразність судинних та неврологічних порушень ушкодженої стопи. Наявність больових відчуттів у стопі викликає порушення ходьби, так звану щадну кульгавість. Пальпація дозволяє виявити локальний біль у різних ділянках ЗВС, характерний для переднього та латерального імпінджментів, які диференціюють шляхом проведення тестів, а

також ознаки теносиновіту сухожилля тих або інших груп м'язів. При визначенні контрактур звертають увагу на обсяг рухів у гомілковостопному суглобі та ступінь ригідності у ПТС.

2.2 Променева діагностика підтаранних пошкоджень стопи

У діагностиці переломів кісток ЗВС, а також деформуючого артрозу ПТС та оцінки результатів лікування найбільш доступним є рентгенологічне дослідження на всіх етапах надання допомоги (Д.А. Ярьоменко, 2004). Для правильного трактування отриманих даних обстеження необхідно дотримуватись вимог до укладок нижньої кінцівки (А.Б. Белевич та ін., 2006; В.О. Парфьонов & О.В. Борисов, 2018).

2.2.1 Рентгенографія стопи

У гострому періоді діагностика переломів кісток ЗВС, контроль за якістю репозиції на етапах лікування та оцінка результатів лікування у віддаленому періоді здійснюються за допомогою рентгенологічного дослідження. Рентгенограми виконуються в двох стандартних проекціях для переломів будь-якої локалізації. При первинному клінічному обстеженні пацієнтів рентгенограма гомілковостопного суглоба в прямій проекції (рис. 2.1-а) дозволяє візуально визначити ознаки пошкоджень в сагітальній площині, а саме: вид підтаранного вивиху стопи (рис. 2.1-б); перелом блоку (рис. 2.1-в) таранної кістки, кістково-хрящові переломи його зведень, латерального відростка, медіальної стінки тіла, а також встановити латеральний імпіджмент, який спостерігається при вальгусній деформації та розширенні п'яти в поперечнику. Наявність останнього визначають за методикою І.В. Фішкіна (1986) шляхом проведення "екстратаранної" лінії через крайні зовнішні точки суглобових поверхонь таранної кістки, продовживши її дистально.

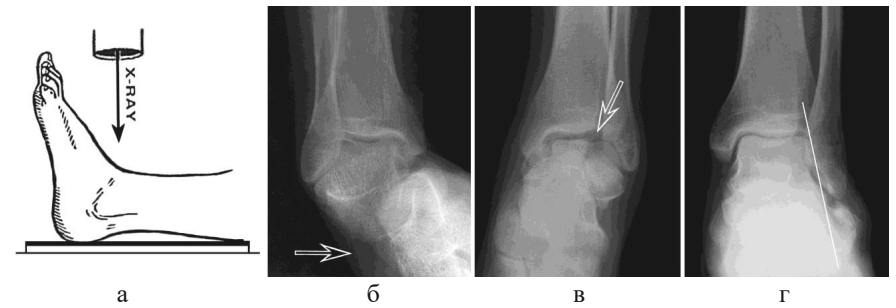


Рис. 2.1 Схема укладки (а) та рентгенограми стопи (б, в, г) у прямій проекції

У нормі п'ятова кістка знаходиться досередини від цієї лінії, при розширенні – назовні (рис. 2.1-г).

Рентгенограма гомілковостопного суглоба в бічній проекції (рис. 2.2-а) дозволяє візуально визначити у фронтальній площині локалізацію перелому, характер та тип пошкодження по лінії зламу, величину та кількість відламків, вид і напрям зміщення кісткових фрагментів таранної та п'яткової кісток (рис. 2.2-б).

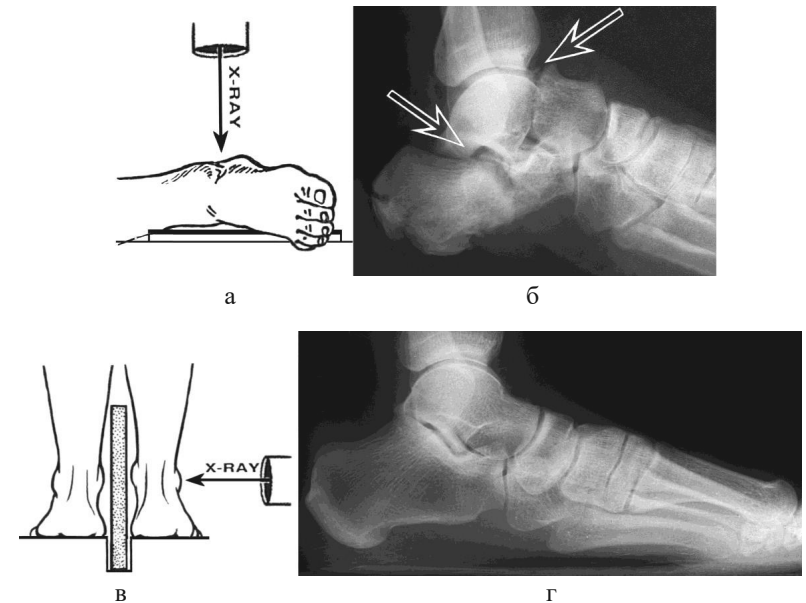


Рис. 2.2 Схема укладки (а) та рентгенограма стопи в бічній проекції (б); схема укладки (в) та рентгенограма стопи в бічній проекції під навантаженням (г)

При різних видах внутрішньосуглобових переломів п'яткової кістки характер та ступінь зміщення уламків мають ряд загальних кількісних показників – величину лінійного (висота, довжина, висотний індекс) та кутового зміщення (кути Böhler, Gissane).

Дані рентгенографії після оперативних утручань сприяють оцінці результатів репозиції та спостереженню за процесом регенерації в динаміці. При читанні рентгенограм у віддаленому періоді травми оцінюють результати лікування та наявність патологічних змін стопи (плоскостопість, деформації), виконуючи бічні знімки стопи (рис. 2.2-в) в положенні стоячи під навантаженням за Л.А. Козаковим (1985). На бічній рентгенограмі (рис. 2.2-г) визначають кути Böhler (20–40°), Gissane (94–136°), Meary (2–10°), таранно-п'ятковий кут (30–50°), кут нахилу п'яткової кістки (13–23°), а також кут та висоту подовжнього склепіння стопи (136–145°; 34–42 мм), які відображають нормальну анатомію стопи (В.М. Lamm et al., 2016). Звуження суглобової щілини, остеофіти, субхондральний склероз ПТС дають уявлення про стадію розвитку ОА за J.H. Kellgren & J.S. Lawrence (1957). Наявність субхондрального ОП свідчить про реваскуляризацію та відсутність асептичного некрозу і пролапсу тіла таранної кістки (негативний симптом Hawkins).

Тильно-підшовна проекція стопи (рис. 2.3-а) дозволяє визначати в сагітальній площині пошкодження п'ятково-кубоподібного суглоба (рис. 2.3-б) та наявність вивиху таранної кістки в таранно-човноподібному суглобі (рис. 2.3-в).

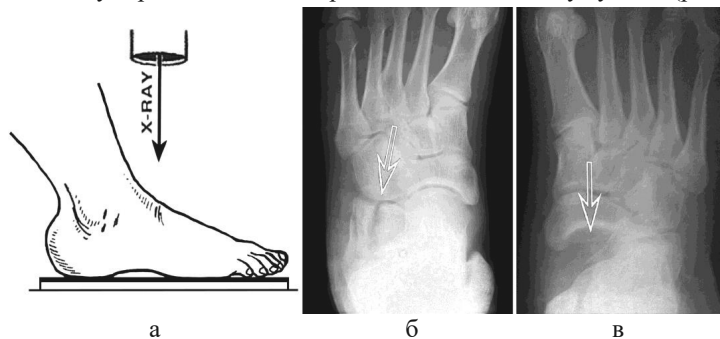


Рис. 2.3 Схема укладки (а) та рентгенограми стопи (б, в) у тильно-підшовній проекції

За необхідністю, окрім загальноприйнятих (стандартних) укладок, для рентгенологічного дослідження пошкоджень ПТС використовують спеціальні проекції R.I. Harris (1946) та В. Broden (1949).

Аксіальна рентгенограма стопи за R.I. Harris (рис. 2.4-а, б), а також її варіанти (рис. 2.4-в, г) за Т. Hamroongroj (2015) та M.L. Reilingh (2010) дозволяють виявити перелом відростка, що підтримує таран, та крайові переломи п'яткового горба, які на бічній рентгенограмі не визначаються, а також оцінити ступінь тяжкості пошкодження ПТС, деформацію внутрішньої та зовнішньої стінки п'яткової кістки, варусне чи вальгусне її відхилення (рис. 2.4-г).

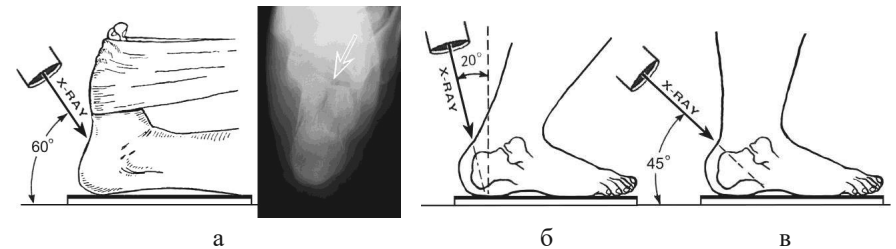


Рис. 2.4 Варіанти виконання рентгенограми стопи в аксіальній проекції: а – за Harris R.I.; б – за Hamroongroj Т.; в – за Reilingh M.L.

Укладка за В. Broden (рис. 2.5-а) та рентгенограма отримана у цій проекції (рис. 2.5-б), відображає ступінь руйнування та імпакцію ЗСФ п'яткової кістки, яка не візуалізується на бічній рентгенограмі.

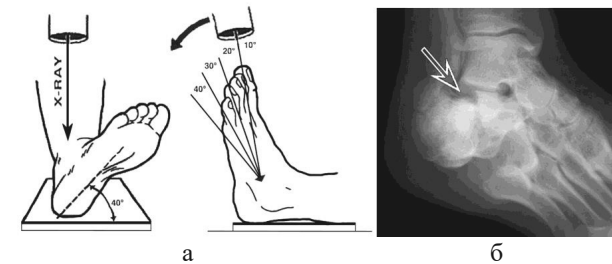


Рис. 2.5 Схема укладки (а) та рентгенограма стопи (б) в проекції Broden

Нормальна медіальна девіація шийки таранної кістки донизу не дозволяє достовірно визначити перелом, оцінити медіальний та латеральний контури, а

також ступінь зміщення її відламків в стандартних проекціях, що декілька утруднює рентгенодіагностику (А.В. Скороглядюв, 2014). Враховуючи цю обставину, підкреслюється цінність укладки (рис. 2.6-а) при рентгенографії шийки таранної кістки у косій передньо-задній проекції (рис. 2.6-б), що запропонували S.T. Canale & F.V. Kelly (1978), яка особливо важлива при інтраопераційному контролі якості репозиції. При переломах таранної кістки методика дослідження в проекції Broden дозволяє візуалізувати тіло, латеральний відросток та щілину таранно-п'яtkового зчленування, отже, може бути корисна і при діагностиці переломів та перелоמו-вивихів в ПТС.

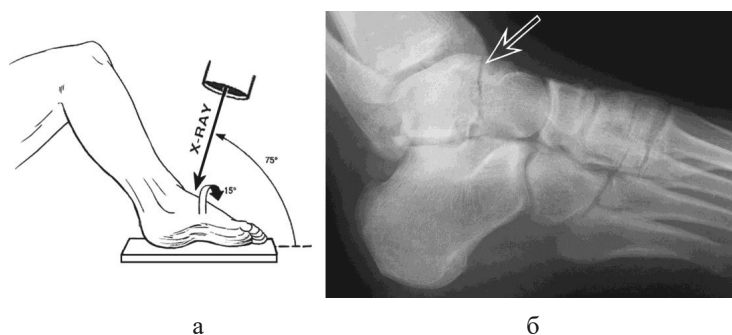


Рис. 2.6 Схема укладки (а) та рентгенограма стопи (б) в проекції Canale & Kelly

Інтраопераційний контроль за репозицією відламків можливо здійснювати за допомогою електронно-оптичного перетворювача (ЕОП), використання якого позбавляє, перш за все, необхідності виробляти контрольні рентгенографії у великій кількості, що зменшує променеве навантаження, дозволяє скоротити тривалість операції та добитися хорошої репозиції відламків безпосередньо на операційному столі.

Викликають сумніви для відновлення репозиції п'яtkової кістки окремі показники рентгенологічних досліджень, як діагностичний і прогностичний фактор, що впливає на функцію стопи в цілому (А.П. Лябах та ін., 2013). Наприклад, серед цих показників предметом дискусії є питання про необхідність відновлення кута Böhler та Gissane (J. Knight et al., 2006; J.E. Otero et al., 2015).

Прихильники використання класифікації R. Sanders (2000) на основі КТ не надають цьому значення із зрозумілої причини – кут Böhler неможливо визначити на КТ у фронтальній та горизонтальній площинах, а характер пошкодження ЗСФ цілком можливо. Вважаємо, що для візуалізації відновлення кута Böhler після травми показовою є рентгенограма в бічній проекції, на якій визначають досягнуте відновлення анатомічних та механічних референтних ліній і кутів всієї стопи до норми (В.М. Lamm et al., 2016).

В своїх дослідженнях ми використали класифікацію переломів таранної кістки за L.G. Hawkins (1970) та R. Marti & B.G. Veber (1971):

- крайові переломи (голівки, латерального та заднього відростків);
- переломи шийки:
 - I тип – без зміщення;
 - II тип – зі зміщенням (у поєднанні з підвивихом в ПТС);
 - III тип – у поєднанні з підвивихом/вивихом в гомілковостопному або ПТС;
 - IV тип – переломи шийки з вивихом тіла в таранно-п'яtkовому, а голівки в таранно-човноподібному суглобах;
- переломи тіла: по лінії зламу у фронтальній та сагітальній площинах, осколкові та кістково-хрящові (компресійні).

Для визначення типу перелому п'яtkової кістки на підставі рентгенологічного дослідження використали модифіковану нами класифікацію P. Essex-Lopresti (1952), а за видом зміщення зовнішнього фрагмента ЗСФ класифікацію І.В. Фішкіна (1986), згідно яких розрізняли:

- позасуглобові (крайові) переломи: передньо-верхнього краю, sustentaculum tali, відривні або дзьобоподібні п'яtkового горба, а також медіального та латерального горбків;
- внутрішньосуглобові переломи: язикоподібний тип (з вертикальним або горизонтальним зміщенням зовнішнього фрагмента ЗСФ); імпресійний тип (з вертикальним або горизонтальним зміщенням зовнішнього фрагмента ЗСФ); роздроблений тип.

Застосовували дані КТ досліджень – класифікацію за R. Sanders (1993):

Type 1: undisplaced fractures;

Type 2: two parts fractures (split – A, B, C);

Type 3: three parts fractures (or split/depression – AB, AC, BC)

Type 4: comminuted

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 виділяли три ступеня зміщення:

- 1 ступінь – зниження горбково-суглобового кута до 10° ;
- 2 ступінь – зниження горбково-суглобового кута до 0° ;
- 3 ступінь – негативний горбково-суглобовий кут.

Залежно від ступеня зміщення кісткових відламків встановлювали три ступеня тяжкості внутрішньосуглобових переломів п'яткової кістки:

- легкий – переломи без зміщення;
- середній – переломи зі зміщенням 1 ступеня;
- тяжкий – переломи зі зміщенням 2–3 ступеня.

Серед наслідків переломів кісток ЗВС частіше виділяють під таранний ДОО. Для об'єктивної оцінки посттравматичних його змін та порівняння результатів дослідження, згідно зарубіжним публікаціям, ми за даними рентгенологічного дослідження визначали стадію ОА, використовуючи при цьому класифікацію J.H. Kellgren & J.S. Lawrence (1957):

0 стадія – відсутність рентгенологічних ознак ОА;

I стадія – субхондральний лінійний остеосклероз, ознаки незначного звуження суглобової щілини та крайових остеофітів (підозра на ОА);

II стадія – ознаки більш вираженого субхондрального остеосклерозу, звуження суглобової щілини, крайові остеофіти (мінімальний ОА);

III стадія – виражений субхондральний остеосклероз, великі крайові остеофіти, значне звуження суглобової щілини (виражений ОА);

IV стадія – грубі масивні остеофіти, суглобова щілина деформована та при цьому майже не просліджується (тяжкий ОА).

Рентгенологічне дослідження деякі автори оцінюють як низькоефективне (Т.А. Gonzalez et al., 2016), не дивлячись на прогресивне впровадження в практику охорони здоров'я цифрової рентгенографії. Вочевидь, що детальніша візуалізація кісткових та м'якотканинних структур стопи за анатомічною ознакою можлива при виконанні сучасних КТ та МРТ досліджень. Зіставлення отриманих даних дозволяє представити нормальну анатомію та дає ключове розуміння змін, що сталися, при травмі.

2.2.2 Комп'ютерна та магнітно-резонансна томографія

КТ дослідження проводиться в покроковому або спіральному режимі сканування, залежно від поставленого завдання в трьох площинах (Н.К. Витько & Ю.В. Буковська, 2000). Дослідження не вимагає спеціальної підготовки пацієнта та безпечно при остеосинтезі кісток стопи заглибними металокопцюваннями.

Серединна (*sagittal*) площина (рис. 2.7-а) дає уявлення про тип перелому п'яткової (рис. 2.7-б) та таранної (рис. 2.7-в) кісток, кількість відламків та напрям їх зміщення.

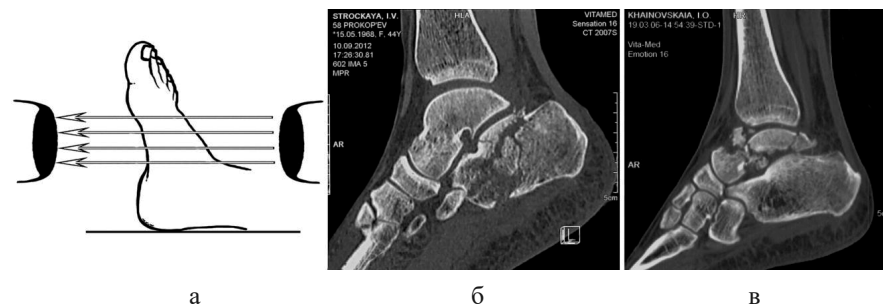


Рис. 2.7 Схема укладки (а) та КТ стопи (б, в) в сагітальній площині

Фронтальна (*coronal*) площина (рис. 2.8-а) дозволяє отримати інформацію про кількість та зміщення суглобових фрагментів ЗСФ. Надається можливість визначити переломи *sustentaculum tali* та горбків п'яtkової кістки, розширення, укорочення тіла та випинання бічної стінки, що призводить до імпінджменту, варусне/вальгусне зміщення п'яtkового горба (рис. 2.8-б), а також пошкодження тіла, латерального відростка, медіальної стінки таранної кістки та остеохондральні ураження її блоку (рис. 2.8-в).

Горизонтальна (*transverse*) площина (рис. 2.9-а) дає інформацію про переломи, що поширюються на п'яtkово- кубоподібний суглоб, основу ЗСФ та *sustentaculum tali*, можливо визначити величину деформації горба п'яtkової кістки (рис. 2.9-б). Горизонтальні (поперечні, аксіальні) зображення дають також уявлення про кількість та напрям лінії зламу блоку, шийки та голівки таранної кістки (рис. 2.9-в).

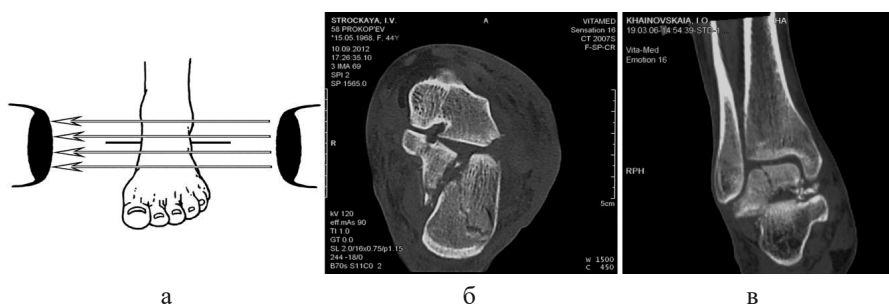


Рис. 2.8 Схема укладки (а) та КТ стопи (б, в) в корональній площині

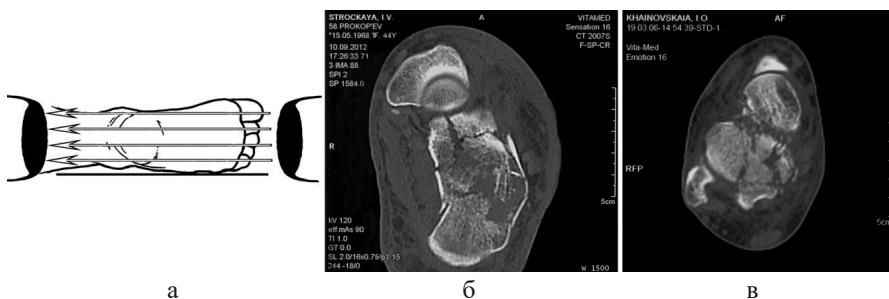


Рис. 2.9 Схема укладки (а) та КТ стопи (б, в) в аксіальній площині

У віддаленому періоді травми КТ дозволяє оцінити результати внутрішньосуглобової репозиції, консолідації, виявити ознаки розвитку ОА та настання кісткового анкілозу при ПТА.

Слід зауважити, що виконання МРТ не має практичної цінності при обстеженні хворих з переломами кісток в гострому періоді травми ЗВС, але, поза сумнівом, демонструє високу ефективність за наявності кістково-хрящових пошкоджень та капсульно-зв'язкового апарату.

2.4 Біомеханічні методи дослідження

На кафедрі динаміки, міцності машин та опору матеріалів Одеського національного політехнічного університету МОН України (ректор – проф. Оборський Г.А., зав. кафедри – проф. Лімошенко А.М.) за технічної допомоги к.т.н., доцента Свінар'ова Ю.М. проведені на основі порівняльного комп'ютерного моделювання імітаційним методом кінцевих елементів (МКЕ) біомеханічні дослідження жорсткості фіксації кісткових фрагментів таранної та п'яtkової кісток, що забезпечується для кожної з них розробленим стрижневим пристроєм зовнішньої фіксації, а також розрахунок клиноподібної остеотомії п'яtkової кістки при реконструкції ЗВС у сагітальній площині.

У медичних науково-дослідних роботах одним з найбільш зручних способів вирішення завдань у механіці будь-яких конструкцій є комп'ютерне моделювання. Як виявилось, в його основу покладено методи дискретної теорії лінійних просторів, таких як матричне числення, метод граничних елементів та, безумовно, МКЕ, останній з яких ми взяли за підставу в математичних розрахунках (В.П. Агапов, 2000).

Статичні розрахунки у роботі виконані за допомогою програмного комплексу ANSYS Workbench (2009) в два етапи:

– на першому етапі шляхом комп'ютерного моделювання визначали жорсткість фіксації кісткових фрагментів таранної кістки в порівнюваних засобах черезкісткового (розробленому стрижневому пристрої) та класичного

внутрішньокісткового остеосинтезу спонгіозними гвинтами;

– на другому етапі розглядали показники жорсткості фіксації кісткових відламків у запропонованому стрижневому пристрої та накістковій пластині при язикоподібному та імпресійному типах переломів п'яткової кістки.

У розрахунках використані диференціальні рівняння рівноваги всередині тіла (рівняння Нав'є) та умови на поверхні (статичні граничні умови), геометричні рівняння Коші, що встановлюють зв'язок між деформаціями та переміщеннями, рівняння суміщення деформацій. Використовували також фізичні рівняння узагальненого закону Гука у формі Ляме (зворотна форма) або в прямій формі (І.Ф. Образцов та ін., 1988).

Залежно від того, які величини приймали в якості основних невідомих, розрізняли рішення в напруженнях, переміщеннях та змішаній формі. Для створення комп'ютерних моделей, максимально наближених до реальних, застосували анатомічні та антропометричні дані кісток.

Апроксимація зовнішніх та внутрішніх моделей фіксаторів виконана стрижневим (Beam188) та об'ємним (Solid45) кінцевими елементами з бібліотеки програми ANSYS. Елемент, призначений для вирішення просторових завдань, і його властивості задаються шляхом опису характеристик поперечного перетину, механічних властивостей матеріалу (модуля пружності, коефіцієнта Пуассона) та пружної основи, які прийняті для кожного варіанту розрахунків.

Розрахунок жорсткості фіксації відламків таранної кістки різними фіксаторами розглядали за певних умов:

- модель тіла таранної кістки вважали нерухомою (жорстке затискання);
- модель голівки таранної кістки при пошкодженні на рівні шийки навантажувалася зовнішньою просторовою системою поодиноких сил та моментів в трьох ортогональних площинах.

На рис. 2.10 приведені граничні умови для таранної кістки, які забезпечують достатню точність вирішення поставленої задачі.

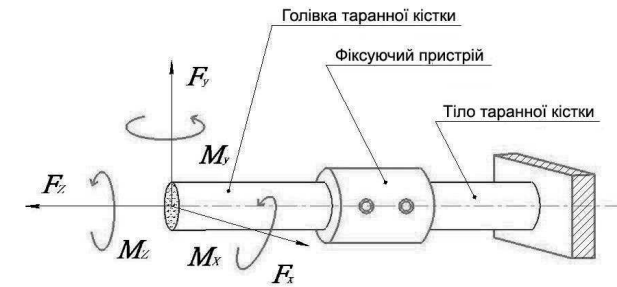


Рис. 2.10 Схема зовнішньої просторової системи поодиноких сил та моментів на моделі таранної кістки

В результаті розрахунків визначалися лінійні та кутові переміщення голівки моделі таранної кістки відносно свого рівноважного положення, величина яких характеризує жорсткість конструкції. У обох випадках умови закріплення були такі, що запобігали руху конструкції, але не впливали на деформації.

Розрахунки жорсткості фіксації відламків п'яткової кістки різними фіксаторами також виконані за певних умов. Як зовнішні навантаження та обмеження прикладалися поодинокі зосереджені сили та моменти, що діють на вільний кінцевий перетин.

Аналогічно на основі аналізу реальних конструкцій можна перерахувати наступні основні варіанти умов закріплення п'яткової кістки, облік яких потрібно забезпечувати в розрахунковій схемі:

- введення в кістку фіксаторів для порівнюваних конструкцій;
- закріплення уламків між собою;
- облік можливих ступенів свободи.

Геометричні і механічні характеристики досліджуваних моделей визначалися від залежності механіки деформованого твердого тіла, експериментальних даних та довідкових матеріалів (В.А. Березовський & Н.Н. Колотилов, 1990).

Жорсткість конструктивних елементів на вигин обчислювали як похідну модуля Юнга (модуль пружності другого роду) E (МПа) і моменту інерції

поперечного перетину елемента I (мм²). Модуль пружності кістки людини визначали рівнянням $E_k = 2 \cdot 10^4$ МПа; модуль пружності сталі: $E_{cm} = 2,1 \cdot 10^5$ МПа; модуль пружності титану: $E_m = 1,2 \cdot 10^5$ МПа.

Результатом статичного розрахунку та порівняльного аналізу зовнішніх та внутрішніх конструкцій є оцінка їх напружено-деформованого стану (НДС), параметри якого визначені по кожному з варіантів фіксації таранної та п'яtkової кісток: $\sigma_{екв}$ – еквівалентні напруження за гіпотезою Губера-Мізеса (IV теорія міцності) (І.Ф. Образцов та ін., 1988); еквівалентні переміщення – USUM; еквівалентні кути поворотів – ROTSUM.

При оцінці отриманих результатів експерименту, виходили з того, що чим менше модуль еквівалентних переміщень та модуль еквівалентних кутів поворотів при близьких величинах еквівалентних напружень, тим вище характеристики жорсткості досліджуваної моделі.

В лабораторії біомеханіки ДУ "Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М.І. Ситенка НАМН України" (зав. лабораторії – проф. Тяжелов А.А., директор – проф. Корж М.О.) за технічної допомоги наукових співробітників Карпінського М.Ю. та Ярьсько А.В. було теоретично проведено біомеханічне обґрунтування застосування розробленого нами способу малоінвазивного остеосинтезу двох типів пошкоджень п'яtkової кістки.

При виконанні дослідження порівнювали жорсткість фіксації уламків рекомендованим способом з внутрішньокістковим остеосинтезом гвинтами для двох типів переломів п'яtkової кістки – язикоподібного та імпресійного.

Дослідження було проведене на основі параметричного тривимірного моделювання за допомогою багатоцільового програмного комплексу SolidWorks. Для моделювання НДС використовували сертифікований чисельний МКЕ, що є підставою статичного аналізу міцності програмного комплексу CosmosM (А.А.Алямовський, 2004). Різні за конфігурацією фіксатори порівнювали шляхом оцінки еквівалентного сумарного напруження та деформацій за Губером-Мізесом (І.Ф. Образцов та ін., 1988) у площинах, які відповідали

даному типові перелому. Геометричні та кінцево-елементні моделі досліджуваних об'єктів виконані на підставі реального типу пошкодження п'яtkової кістки, що дозволило максимально точно відобразити його особливості.

В ході дослідження були розроблені комп'ютерні моделі, що складаються з двох типів переломів п'яtkової кістки, для порівняльного моделювання різних варіантів остеосинтезу – спицями, за запропонованим нами способом, та гвинтами за методикою А.В. Левченка (2013).

Розрахунки виконували в умовах обмежень переміщень (в результаті накладення зв'язків) та прикладення зовнішніх навантажень: поодиноких зосереджених сил та моментів, що діють на вільний кінцевий перетин (рис. 2.11).

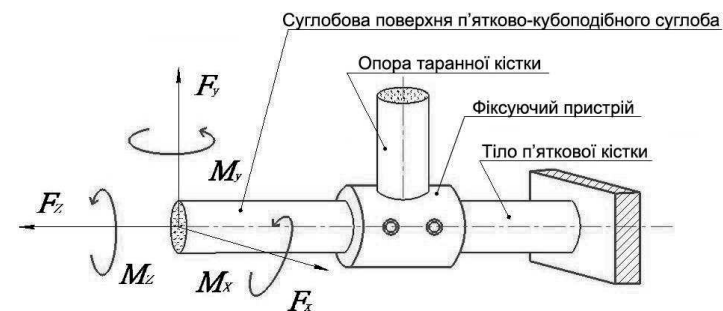


Рис. 2.11 Схема зовнішньої просторової системи поодиноких сил та моментів на моделі п'яtkової кістки

Геометричні моделі будувалися на підставі анатомічних даних елементів, розміри яких знімалися з сухих препаратів скелета. Спиці та гвинти мали механічні властивості нержавіючої (медичної) сталі 12Х18Н10. Всім елементам моделей надавали механічні властивості відповідних матеріалів, вважаючи їх однорідними та ізотропними. Дані про механічні властивості біологічних тканин для математичного моделювання та характеристики штучних матеріалів узяті з технічної літератури та представлені в табл. 2.4.

В процесі комп'ютерного моделювання вивчали величини внутрішніх напружень та відносних деформацій. Для порівняння вказаних величин при різних варіантах остеосинтезу між елементами відповідних ним моделей ЗВС

вивчали величину напружень у певних контрольних точках ПТС, незалежно від типу перелому п'яtkової кістки (рис. 2.12).

Таблиця 2.4

Механічні характеристики матеріалів при моделюванні

Характеристики	Модуль Юнга (E), МПа	Коефіцієнт Пуассона, μ
Матеріал		
Кортикальна кістка	18350	0,29
Губчаста кістка	690	0,30
Хрящова тканина	10,5	0,49
Нержавіюча сталь	220000	0,29

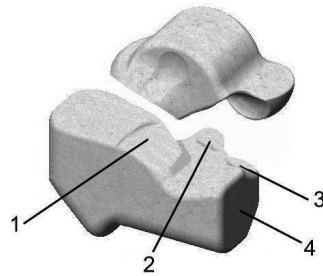


Рис. 2.12 Схема розташування контрольних точок напружень:

- 1 – задня суглобова фасетка; 2 – середня суглобова фасетка;
- 3 – передня суглобова фасетка; 4 – суглобова поверхня п'яtkово-кубоподібного суглоба

Суглобові поверхні п'яtkової і таранної кісток моделювали тонкошаровими елементами з механічними властивостями хрящової тканини. Окрім цього, контролювали максимальні значення величини напружень в елементах металевих конструкцій моделей. У зоні контакту між уламками п'яtkової кістки по лінії перелому розміщували також тонкошаровий елемент з механічними властивостями хрящової тканини, який імітував кістковий регенерат. При вивченні величин відносних деформацій були вибрані контрольні точки в зоні перелому (рис. 2.13).

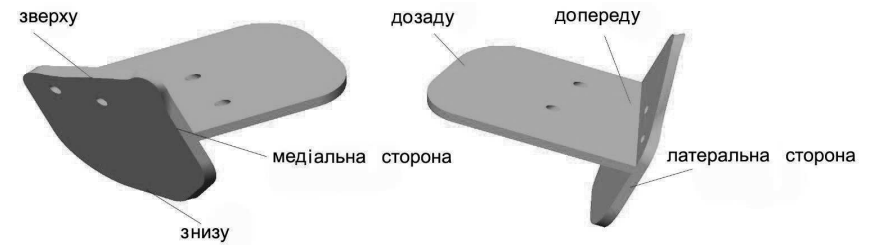


Рис. 2.13 Схема розташування контрольних точок відносних деформацій

Через відсутність розривів, відповідних площині перелому, подібна схема розрахунків вибрана внаслідок недостатніх відомостей про властивості тканини п'яtkової кістки в місцях переломів. Слід зазначити, дані властивості змінюються з часом, що пройшов після операції, причому динаміка цих змін може варіюватися в широких межах. Проте, використана методика дозволяє якісно оцінити напруження та деформації, що виникають при язикоподібному та імпресійному переломах п'яtkової кістки та двох варіантах її внутрішньої фіксації в гострому періоді травми.

В результаті розрахунків по кожному з двох типів переломів п'яtkової кістки та варіантів остеосинтезу визначені параметри НДС:

$\sigma_{екв}$ – еквівалентні напруження за гіпотезою Губера-Мізеса (IV теорія міцності); вертикальні переміщення – URES; еквівалентні деформації – ESTRN.

При оцінці отриманих результатів експерименту, виходили з того, що чим менше модуль вертикального переміщення та модуль еквівалентних деформацій при близьких величинах еквівалентних напружень, тим вище характеристики жорсткості досліджуваної моделі.

РОЗДІЛ 3

ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ КОНЦЕПЦІЇ РОЗВИТКУ СТРУКТУРНО- ФУНКЦІОНАЛЬНИХ НАСЛІДКІВ ПОШКОДЖЕНЬ ПІДТАРАННОГО СУГЛОБА

Різноманіття факторів, здатних вплинути на результат лікування, піднімає питання про вироблення єдиної патогенетично обґрунтованої системи профілактичних заходів, що дозволяє врахувати весь комплекс діючих чинників і їх можливий взаємовплив. У ході ретроспективного аналізу по кожному випадку порушення функції, унаслідок отриманої травми, виявляти безпосередні чинники та фактори, які призвели до погіршення функціонального результату наразі використання консервативного лікування в клінічній практиці, внаслідок наявності протипоказань до ORIF.

Загальновідомо, що одним з факторів ризику переломів є зниження МЩКТ. Фізіологічне зниження МЩКТ відбувається у осіб літнього та старечого віку. Проте виділяють ряд чинників, що спричиняють негативний вплив на стан кісткової тканини, та призводять до втрати кісткової маси в ранньому віці. До них відносять серед жінок ранню менопаузу (до 45 років), наявність хронічних захворювань шлунково-кишкового тракту, легенів, щитовидної залози, цукровий діабет, ожиріння, тривалий прийом глюкокортикостероїдів (більше 3 міс.), зловживання алкоголем, кавою, паління та ін. (О.В. Добровольська & Н.В. Торопцова, 2016).

Клініцистам також відомо, що в результаті тривалої іммобілізації виключається осьове навантаження на нижню кінцівку. В результаті на контрольних рентгенограмах через 6–8 тижнів після травми констатують наслідки периферійних порушень внутрішньокісткової мікроциркуляції і метаболізму у вигляді зміни малюнка трабекулярної архітекτονіки кісток ЗВС при підвищенні прозорості метаепіфізарних зон кісток плесна та пальців, що свідчить про ранні прояви початкового періоду ОП (Р.Л. Шевц, 2004).

В рамках сучасних хірургічних технологій ОП, як ортопедична проблема, розглядається з різних позицій, але вирішується не завжди успішно. Відповідно до рекомендацій Міжнародного фонду ОП (IOF, 2016) особи, що мають в анамнезі низькоенергетичні переломи при падінні, відносяться до групи підвищеного ризику розвитку ОП, який є метаболічним захворюванням кісткової тканини, що характеризується зниженням МЩКТ, порушенням її мікроархітектоники, підвищенням крихкості і у зв'язку з цим виділяються кошти на лікування хворих після перелому (О.М. Лесняк & Л.И. Беневоленьська, 2014).

До основних низькоенергетичних переломів відносять компресійні переломи хребців, переломи шийки стегнової кістки та переломи дистального відділу передпліччя. Таким чином, визначення особливостей структурно-функціональних змін кісткової тканини серед пацієнтів з переломами кісток ЗВС є актуальним (J. Kanis et al., 2013).

Аналіз опублікованих наукових робіт свідчить про те, що серед кісток стопи найчастіше спостерігаються переломи таранної та п'яткової кісток. За даними різних авторів частота цих переломів досить різноманітна між собою, з якої виходить, що існує необхідність проведення наукових досліджень для вивчення регіональних особливостей травматизму та різних аспектів його профілактики. За останні роки зросла як кількість робіт, присвячених переломам кісток ЗВС, так і число аналізованих спостережень серед них.

Проте співвідношення переломів п'яткової кістки у чоловіків та жінок, залежно від регіону та популяції, за результатами досліджень різних фахівців, значно відрізняється, складаючи від 1 : 2 до 1 : 13 (в середньому 1 : 7).

Що стосується особливостей співвідношень переломів таранної кістки у чоловіків та жінок, залежно від регіону та популяції, ми не знайшли в доступній літературі. Таким чином, виходячи з суперечливих публікацій викладених в табл. 3.1, нами проведено дослідження у вибірковій групі спостережень з метою встановлення показників МЩКТ у 78 хворих (38 чоловіків та 40 жінок) у віці від 20 до 87 років (середній вік – $57,6 \pm 8,5$ років).

Таблиця 3.1

Частота переломів кісток заднього відділу стопи

№ п/п	Автори	Період спостережень	Локалізація пошкоджень	
			таранна кістка	п'яtkова кістка
1	Паламарчук В.В. (2002)	1983-2000	74	
2	Коришков Н.А. (2005)	1981-2001	42	195
3	Дрогін А.Р. (2014)	1992-2001		71
4	Іванов П.В. (2006)	1996-2002		82
5	Любицький А.П. (2004)	1999-2003		178
6	Платонов С.М. (2007)	1994-2006		247
7	Федосов А.П. (2007)	1998-2007	45	136
8	Науменко М.В. (2012)	1996-2009	96	
9	Воронкін Р.Г. (2010)	1998-2009	37	115
10	Левченко А.В. (2013)	2001-2010		135
11	Лантух Т.А. (2014)	2008-2011		80
12	Симаков А.Ю. (2018)	2007-2012		118
13	Коробушкін Г.В. (2015)	1996-2013	117	312
14	Підсонний А.А. (2016)	2000-2013		550
15	Дмитриєв О.А. (2015)	2009-2014		139
16	Кузнецов В.В. (2016)	2002-2017	73	
17	Савгачов В.В. (2018)	2010-2017		496
18	Власні спостереження	2007-2020	71	888

Визначення особливостей структурно-функціональних змін кісткової тканини проводили за допомогою ультразвукової денситометрії (УЗД) для виявлення показників МЩКТ серед пацієнтів до та понад 60 років з

унілатеральними переломами таранної (10) та п'яtkової (68) кісток при надходженні в стаціонар у гострому періоді травми.

Алгоритм дослідження полягав в опитуванні (анамнез життя, обставини травми) та огляду. Інструментальний метод включав антропометричні дослідження – вимірювання росту і маси тіла з подальшим розрахунком індексу маси тіла (ІМТ) за формулою: співвідношення маси тіла до росту ($\text{кг}/\text{м}^2$).

Досліджували МЩКТ інтактної кінцівки на апараті AOS-100nw, Aloka (Японія) шляхом визначення діагностичного значення Т-критерія – це стандартне відхилення (SD) від середнього показника піку кісткової маси в різних вікових групах населення:

- Норма: Т-критерій в межах «1 SD» від референтного значення;
- Остеопенія: зниження Т-критерія менше «1 SD», але не більше «2,5 SD»;
- Остеопороз: зниження Т-критерія більше «2,5 SD» від референтного значення (WHO Study Group Assessment, 1994).

Статистичну обробку отриманих результатів дослідження проводили за допомогою пакетів прикладних програм Microsoft Office Excel та Statistica.

При вивченні особливостей структурно-функціональних змін кісткової тканини ЗВС всі пацієнти з переломами були розподілені на підгрупи залежно від віку – 20-29, 30-39, 40-49, 50-59, 60-69, 70-79, старше 80 років. Клінічна характеристика пацієнтів з переломами таранної та п'яtkової кісток згідно вікових і антропометричних характеристик (маси тіла, росту, ІМТ) представлена в табл. 3.2 окремо для чоловіків та жінок.

Як видно із табл. 3.2., надлишкову масу тіла та ожиріння мали чоловіки у віці 50-59 років та 60-69 років, у жінок – в 40-49 років, 50-59 років, 70-79 років. За даними О.М. Ігнат'єва (2019) надлишкова маса тіла (ожиріння) виступає незалежним фактором ризику в зниженні МЩКТ, що необхідно враховувати при оцінці факторів ризику ОП та низькоенергетичних переломів.

Таблиця 3.2

**Клінічна характеристика пацієнтів з переломами кісток
заднього відділу стопи залежно від віку (M±m)**

Підгрупа	n	Вік, років	Маса тіла, кг	Ріст, см	ІМТ, кг/м ²
Чоловіки, n = 38					
20-29	2	24,7±0,8	76,5±2,3	1,78±0,3	24,1±0,4
30-39	3	35,2±0,5	80,9±1,9	1,8±0,3	24,9±0,8
40-49	5	45,3±0,8	84,7±2,3	1,79±0,8	26,4±0,7
50-59	5	54,7±1,1	93,7±2,4	1,76±0,7	30,2±0,72
60-69	10	65,3±1,2	84,3±2,7	1,73±0,6	28,1±1,2
70-79	8	74,9±0,8	72,3±2,7	1,7±1,03	25,01±1,4
Старше 80	5	81,3±0,7	65,3±1,8	1,65±0,5	23,9±1,3
Всього	38	54,6±0,8	79,7±2,3	1,74±0,56	26,1±0,9
Жінки, n = 40					
Підгрупа	n	Вік, років	Маса тіла, кг	Ріст, см	ІМТ, кг/м ²
20-29	2	27±0,3	53±1,1	1,68±0,8	18,7±0,3
30-39	3	35,6±0,6	64,5±1,3	1,67±0,7	22,9±0,9
40-49	3	44,7±1,3	71,3±2,5	1,65±0,5	26,2±1,1
50-59	8	54,6±1,2	82,5±3,2	1,64±0,8	30,7±1,3
60-69	11	65,7±0,8	84,2±2,7	1,61±1,3	32,4±1,3
70-79	7	73,8±1,1	78,2±1,2	1,62±0,7	29,7±0,9
Старше 80	6	83,6±1,3	66,4±0,7	1,58±1,2	24,9±0,4
Всього	40	55,1±0,9	71,4±1,6	1,63±0,74	26,5±0,84

Аналіз частоти переломів кісток ЗВС показав їх зростання з віком як у чоловіків, так і у жінок. Максимальний пік переломів спостерігався у віці 50-59, 60-69, 70-79 років. Причому, частота переломів у жінок була статистично ($p < 0,05$) вища, в порівнянні з чоловіками у віці 50-59 та 60-69 років, що пов'язане з фізіологічною втратою кісткової маси у зв'язку з настанням менопаузи (рис. 3.1).

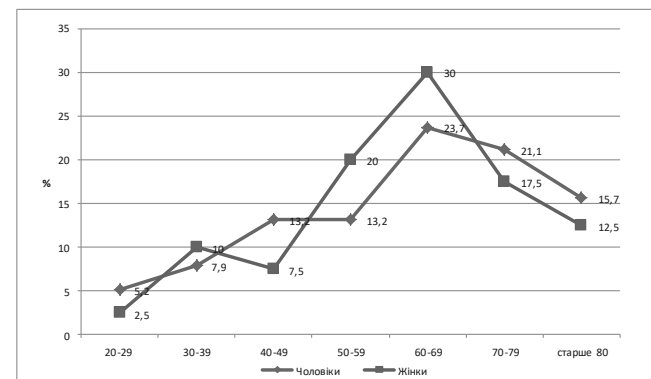


Рис. 3.1 Частота переломів кісток заднього відділу стопи у чоловіків та жінок залежно від віку (%)

Із рис. 3.1 видно, що структурно-функціональний стан кісткової тканини у пацієнтів з переломами кісток ЗВС показує достовірну різницю ($p < 0,05$) показників МЦКТ у вікових групах до та понад 60 років. Частота зниження МЦКТ у жінок була статистично більша ($p < 0,05$) в порівнянні з чоловіками та мала тенденцію до зростання, залежно від віку, тобто, чим більший вік, тим нижче показники МЦКТ. Дослідження стану МЦКТ показало, що у пацієнтів до 60 років з переломами п'яткової кістки зниження Т-критерія більш 2,5 SD від референтного значення виявлене у 47,3% випадків (остеопороз – 21%, остеопенія – 26,3%), а у осіб понад 60 років – у 77,5% (остеопороз – 30%, остеопенія – 47,5%). МЦКТ в нормі (Т-критерій в межах 1 SD від референтного значення) була встановлена у 52,6% чоловіків і 22,5% жінок (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Стан МЦКТ у пацієнтів з переломами кісток заднього відділу стопи

МЦКТ	Чоловіки, n = 38		Жінки, n = 40	
	абс.	%	абс.	%
Нормальна	20	52,6	9	22,5
Остеопенія	10	26,3	19	47,5
Остеопороз	8	21	12	30

Також визначено, що у пацієнтів з переломами п'яtkової кістки частота зниження МЩКТ статистично перевищує в 1,6 разів показники у порівнянні з пацієнтами, які мали переломи таранної кістки ($p < 0,05$).

Кореляційний аналіз (рис. 3.2, 3.3) показав, що при переломах п'яtkової кістки визначена сильна зворотна залежність від віку ($r = -0,861, p < 0,01$) та пряма залежність від МЩКТ ($r = 0,557, p < 0,01$). При переломах таранної кістки встановлена зворотна залежність від віку ($r = 0,573, p < 0,01$).

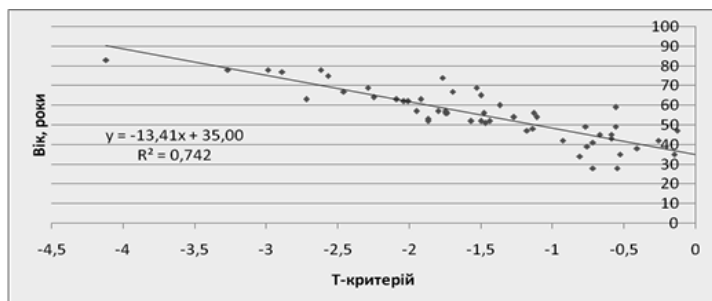


Рис. 3.2 Кореляційний зв'язок між МЩКТ (за даними Т-критерія) та віком у пацієнтів з переломами кісток ЗВС

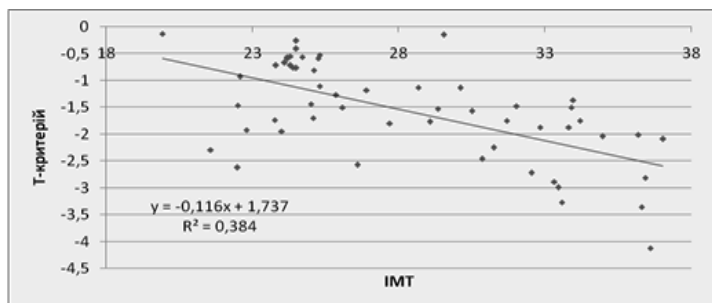


Рис. 3.3 Кореляційний зв'язок між МЩКТ (за даними Т-критерія) та ІМТ у пацієнтів з переломами кісток ЗВС

Таким чином, встановлено, що у пацієнтів з переломами таранної та п'яtkової кісток на функціональний результат лікування впливають вік та МЩКТ.

Клінічна практика показала, що використання гіпсової пов'язки до зрощення пошкодженої кістки виключає осьове навантаження на стопу і, відповідно, через деякий час призводить до розвитку ознак локального ОП. У подальшому після закінчення гіпсової іммобілізації ми рекомендували пацієнтам комплекс реабілітаційних заходів і ходьбу з використанням знімних п'яtkових ортезів "Ottobock", "Settner-Munch" або розробленого нами аналізатора вагового навантаження "RehabiliStep".

Про ефективність профілактики локального ОП рекомендованими методами, можна, на наш погляд, судити за результатами рентгенографії стопи в бічній проекції під навантаженням після закінчення лікування. Слід підкреслити, що рентгенологічні демінералізовані тіні чітко просліджуються у кістковій тканині до закінчення періоду іммобілізації, зберігаючи декілька хаотичний, досить гомогенізуючий малюнок. У міру дозованого зростаючого навантаження протягом 4 тижнів він приймав острівково-комірчасту структуру і вже до 6–8 місяця після операції, при навантаженні без обмежень, процеси остеорегенерації визначалися наявністю орієнтованої подовжньої трабекулярної структури власних кісткових регенератів.

В цілому всі пацієнти лікувалися в домашніх умовах, у режимі амбулаторного спостереження. Ознаки ОП кісток стопи були, як правило, незначними та не вимагали спеціальної терапії (остеотропної чи метаболітів вітаміну D). У цих випадках ми не зустрічали перебіг ОП, що призводив до компресійних деформацій у пацієнтів, які приймали дієтичну їжу або препарати, що містять кальцій (альфакальцидол, остеогенон).

Очевидно, що питання можливості прогнозування локального чи системного ОП, профілактики та необхідного раціонального лікування після хірургічних втручань на стопі у пацієнтів понад 60 років, незалежно від статі, до певної міри неминучі, але можуть бути вирішені у фазі доклінічних проявів, що верифікуються за допомогою УЗД та променевих методів дослідження в звичайних стандартних проекціях.

3.1 Фактори впливу на результати лікування пацієнтів із переломами кісток, що утворюють підтаранний суглоб

Вивчення структурно-функціонального стану кісткової тканини визначило фактори впливу на результати, перш за все, консервативного лікування, що сприяли розвитку незадовільних наслідків. В рамках даного дослідження з'явилась можливість виявити у пацієнтів всі помилки та ускладнення, які виникли в процесі лікування і мали свої особливості при консервативному та оперативному лікуванні переломів кісток ЗВС.

З цією метою приділили увагу детальному вивченню всіх чинних факторів, що виникли в різні терміни, включаючи навіть ті, які на остаточний результат не вплинули і не залишили будь-яких наслідків, але потребували додаткових лікувальних заходів.

Так, несприятливі результати лікування встановлені у 69,84% пацієнтів, які показали, що всі помилки та ускладнення виникли в результаті як об'єктивних, так і суб'єктивних причин. Аналізуючи причини ускладнень на різних етапах надання медичної допомоги, виявлена абсолютна більшість помилок, допущених клініцистами лікувально-організаційного, діагностичного, тактичного та технічного характеру.

Серед лікувально-організаційних помилок (7,37%) в наданні допомоги постраждалим з пошкодженнями ЗВС є, перш за все, невчасне надходження пацієнтів в стаціонар та протипоказання до виконання оперативних утручань. Отже, згідно проведеного аналізу, госпіталізація хворих із закритими переломами п'яtkової кістки більше 3 тижнів з моменту травми відбувалась з різних причин. Відмінність при надходженні була серед постраждалих з перелоמו-вивихами таранної кістки – перші години та в терміни від 2 до 4 діб.

До діагностичних помилок (16,84%) ми віднесли випадки пізнього звернення та діагностики переломів кісток ЗВС з моменту травми. Найчастішими причинами пропущених крайових переломів були: недооцінка тяжкості і характеру клінічних симптомів пошкоджень ЗВС при первинному огляді, які

часто помилково приймали за пошкодження зв'язок гомілковостопного суглоба; невиконання або неякісне виконання та аналіз рентгенологічного дослідження. Пізня діагностика також пов'язана з обмеженим використанням і неправильною інтерпретацією даних, отриманих за допомогою стандартних методів візуалізації пошкоджень: КТ або МРТ.

Типовою тактичною помилкою (52,63%) був невиправданий вибір методу лікування – використання гіпсової іммобілізації без спроби корекції відламків та застосування невдалої ручної репозиції відламків при зміщених переломах п'яtkової кістки у зв'язку з наявністю протипоказань до ORIF. Необроблене раннє осьове навантаження чи його пізній початок на пошкоджену кінцівку, зневага ортопедичними пристосуваннями та функціональним методом лікування у відновному періоді негативно відбилися на віддалених результатах лікування.

Технічні помилки (23,16%), як правило, допускалися фахівцями при використанні циркулярної гіпсової пов'язки, що не була розітнута уздовж після її накладання. Неповне відновлення горбково-суглобового кута після закритої ручної репозиції, при яких зберігалася дисконгруентність суглобових поверхонь ПТС; порушення термінів іммобілізації, а також невиконання пацієнтами призначень лікаря присвячених реабілітації в амбулаторних умовах.

Тип та частота ускладнень відрізнялися залежно від локалізації і характеру переломів кісток ЗВС. Ранні ускладнення в групі склали 39,19%, які враховували: епідермальні міхури (фліктени); в термін 10–12 днів вторинне зміщення. Серед наших спостережень, при вивченні структури ускладнень, ми звернули увагу на відсутність випадків розвитку компартмент-синдрому, який зустрічається у клініці в 10% випадків (M. Meyerson & A. Manoli, 1993).

Таким чином, з ранніх ускладнень відмічені фліктени (31,82%) після неякісно виконаної зовнішньої гіпсової іммобілізації при лікуванні переломів таранної та п'яtkової кісток.

Вторинне зміщення відламків (7,37%), як правило, виявляли при порівнянні з контрольними рентгенограмами у терміни не менше 2 тижнів після

ручної репозиції п'яркової кістки, де вже первинно не була досягнута анатомічна репозиція. Повторних спроб покращити положення відламків не відбувалося. Варто зазначити, що при край низькій ефективності застосування ручної репозиції, яка всього лише дещо усувала деформацію та грубі зміщення, спостерігали пролапс ЗСФ з додатковою втратою корекції кута Böhler, в середньому, $10,7 \pm 0,2^\circ$ ($p < 0,05$). Причиною цього ускладнення, на наш погляд, був ішемічний некроз фрагментів суглобової фасетки в зоні імпресійного пошкодження, раннє навантаження на стопу, а також тракційна дія трьохголового м'яза гомілки.

При оцінці результатів лікування серед пізніх ускладнень (49,59%) враховували трофічні порушення, контрактури, деформації стопи, посттравматичну плоскостопість, асептичний некроз таранної кістки, деформуючий ОА підтаранного та гомілковостопного суглобів.

Трофічні порушення (5,26%) при консервативному лікуванні були пов'язані з розвитком неврити п'яркової гілки *n. tibialis*. Як відомо, підвищений тканинний тиск призводить до ішемічної поразки нервів, що обумовлюють ступінь неврологічного дефіциту, який проявляється порушенням чутливості в зонах розподілу відповідних нервів на шкірі гомілки і стопи. Причиною неврити, на нашу думку, стала здавлена кістковими розростаннями п'яркова гілка як *n. tibialis*, так і *n. suralis*, особливо при роздроблених переломах.

Контрактури гомілковостопного та ПТС спостерігалися при консервативному лікуванні, склавши 24,78% випадків. Вважаємо, що вони пов'язані з характерною деформацією ЗВС, що обумовлює дефіцит розгинання стопи у гомілковостопному суглобі, а також зумовлена дефектами реабілітації у відновному періоді.

Невдала репозиція або її відсутність, а також раннє навантаження неминуче привели до зрощення п'яркової кістки в порочному положенні, яке відмічене в 57,89%. До ряду інших ускладнень віднесли: розширення п'яти в поперечнику, посттравматична плоскостопість, передній та латеральний імпріджмент синдром, варусну чи вальгусну деформацію п'яти ($10^\circ - 15^\circ$).

Як наслідок, не усунене зміщення суглобових поверхонь призвело до розвитку посттравматичного підтаранного ДОО, що викликало больовий синдром. Ознаки розвитку ОА змін у більшості випадків зафіксовані у 46,9% пацієнтів до року після травми, ПТА виконано серед них – у 6,98%.

Відомо, що, не дивлячись на багате кровопостачання стопи, переломи таранної кістки знаходяться у невідповідності з типом кровопостачання і тому схильні до асептичного некрозу. Визначальним в спостереженнях по виявленню процесу посттравматичного асептичного некрозу таранної кістки є терміни від 2 до 4 місяців (А.Н. Торгашин та ін., 2021). При цьому, за нашими даними спостережень ці ознаки виявлені через 8 тижнів після отриманого лікування у 12,0% випадків. Надалі розвиток даного ускладнення через рік і більше не спостерігали. Реваскуляризація таранної кістки підтверджена рентгенологічно у всіх пацієнтів до 2 років з моменту травми. Таким чином, ознаки формування асептичного некрозу блоку таранної кістки прийнято вважати як незадовільні наслідки лікування. Проте, враховуючи невелику кількість ретроспективних спостережень, неможливо порівняти і зробити достовірні висновки про частоту розвитку асептичного некрозу. Вважаємо, що отримані результати при переломах без зміщення підтверджують правильність вибраної тактики лікування переломів таранної кістки та потребують подальших досліджень.

Серед усіх пацієнтів з даними пошкодженнями на перший план вийшли також віддалені ускладнення у вигляді розвитку посттравматичного деформуючого ОА гомілковостопного суглоба II-III стадії. Ознаки явищ ОА зафіксовані через 1,5–2 роки після травми в 16,36% спостережень ($p < 0,05$). Артродез гомілковостопного суглоба виконано після перелома-вивиху таранної кістки (тип IV) – 3,03%.

У підсумку, помилки, виявлені в процесі лікування даних пошкоджень, привели до розвитку ускладнень. Дані обстежень свідчать про те, що у одного хворого було встановлено декілька взаємопов'язаних ускладнень, але загальна

частота описаних ускладнень виявилася значною, хоча доля кожного окремого виду ускладнень відрізнялася.

Таким чином, в цілому загальний клінічний аналіз віддалених результатів, перш за все, консервативного лікування постраждалих показав наступне:

- на функціональний результат лікування впливають вік та МЦКТ, за інших рівних умов, провідне значення має тяжкість ушкодження ЗВС відповідно до класифікації – для таранної кістки це III-IV тип переломів, для п'яtkової – роздроблений тип;

- серед несприятливих наслідків високу питому вагу має невиправданий вибір методу лікування та пізні ускладнення, що призводять до порушення статико-динамічної функції стопи.

Викладені факти на попередньому етапі дослідження підтверджують безпосередні причини несприятливих результатів лікування переломів кісток ЗВС та їх зв'язок з принциповими моментами використання лікувальної тактики. На практиці застосовуються різні методи лікування, кожен з яких має свої переваги в тому або іншому відношенні, але за іншими показниками поступається останнім, таким як наявність протипоказань до ORIF.

У науковій літературі ступінь закономірності формування факторів, що погіршують результат лікування, вивчені недостатньо та не систематизовані, а заходи по їх попередженню пропонуються переважно на емпіричному рівні, тобто на рівні реалізації лікувального процесу, не зачіпаючи, глибинних, об'єктивно діючих закономірностей. Нами визначені за походженням безпосередні чинники несприятливих функціональних результатів після переломів кісток ЗВС, які можуть бути представлені у вигляді схеми (рис. 3.4).

Недостатньо вивчені питання виявлених чинників ризику несприятливих результатів обмежують можливості своєчасної корекції лікувальної тактики. В результаті частота ускладнень залишається відносно високою, а шляхи їх зниження не цілком визначеними, оскільки обумовлені вони особливостями застосування абсолютно різних методик.

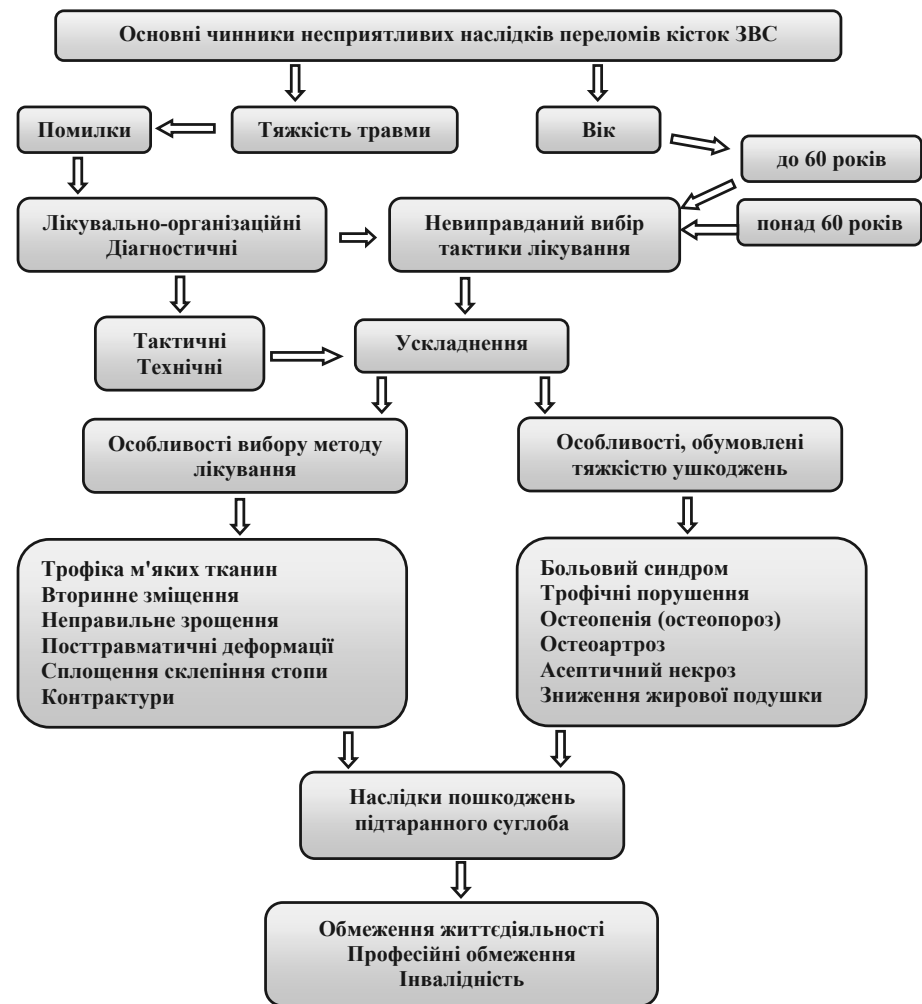


Рис. 3.4 Схема розвитку наслідків пошкоджень підтаранного суглоба

Невиправданий вибір тактики лікування, відсутність послідовності стаціонарного та амбулаторного етапів лікування, відповідно, пояснюють помилки при реалізації консервативного лікування, обумовлених недостатньою

кваліфікацією медперсоналу, та розвитком ускладнень, що призводять до несприятливих наслідків в цілому.

Встановлене різноманіття чинників, здатних вплинути на результат лікування, піднімає також питання про вироблення єдиної патогенетично обґрунтованої системи профілактичних заходів, що дозволяє врахувати весь комплекс діючих чинників і їх можливий взаємовплив.

Хірургічне лікування переломів кісток ЗВС ґрунтується не лише на визначенні показань до втручання, але і на оцінці протипоказань на підставі розрахунку хірургічного ризику операцій. До них відносяться: вік старше 60 років, наявність і характер фліктен, враховуються шкідливі звички і виразність супутніх захворювань, що впливають на трофіку тканин нижньої кінцівки.

Таким чином, перелічені вище фактори впливу є предметом подальших наукових досліджень з удосконалення лікувальних технологій. В якості наукової розробки потрібна концептуальна модель диференційованого підходу до вибору оптимального для конкретного випадку методу лікування, що передбачає раціональний набір факторів забезпечення відновлення функції кінцівки після переломів. Вважаємо, що при наявності протипоказань до ORIF для фахівців на сьогодні найбільш обґрунтованим методом вибору лікування *ізольованих* переломів кісток ЗВС є малоінвазивний остеосинтез, який перспективний в плані зниження частоти розвитку несприятливих результатів. Внаслідок цього, в ході даного дослідження за основу прийнята розробка мінімально інвазивної техніки остеосинтезу кісток ЗВС.

При забезпеченні ефективності різних підходів до лікування переломів кісток ЗВС у складі *політравми* керувалися дотриманням принципів терміновості і етапності лікування, віддаючи перевагу малоінвазивній техніці фіксації ушкоджених кісток. Відомо, що в травматології існують дві основні концепції лікування пацієнтів з політравмою (R. Nicola, 2013):

- *Early total care* (ETC) полягає в стабілізації всіх переломів, незалежно від стану пацієнта, в ургентному порядку;

- *Damage control orthopedics* (DCO), навпаки, має на увазі в першу чергу стабілізацію загального стану пацієнта, потім поетапно приділяється увага тяжким пошкодженням.

Проте у кожного з цих підходів є свої недоліки. Тому діагностичні та лікувальні заходи при *множинній* травмі – білатеральні, іпілатеральні та контралатеральні переломи кісток ЗВС, ми мали можливість коригувати і провідним критерієм для ухвалення рішення про хірургічне лікування був загальний стан хворого. Відсутність або обмеженість анамнестичних даних, у зв'язку з тяжкістю загального стану хворого, не повинні заважати діагностиці переломів кісток ЗВС.

Серед *поєднаної* травми кісток ЗВС та хребта дотримувалися тактичних принципів – етапності і послідовності дій, залежно від тяжкості пошкоджень.

Вважаємо, що відкладена, а не термінова, оперативна активність повинна проводитися після реанімаційних заходів і усунення життєзагрожуючих станів, особливо при високому анестезіологічному ризику. Відкладені втручання стосуються, перш за все, переломи-вивихів таранної кістки і є абсолютним показанням до операції відкритих переломів кісток ЗВС. При цьому обсяг втручання має бути зворотно пропорційний тяжкості стану, як самого пацієнта, так і його пошкодженої кінцівки.

Окремої уваги заслуговують питання реабілітації пацієнтів з *ізольованими* переломами кісток ЗВС та у складі *політравми*, оскільки функціональні розлади стопи після остеосинтезу є також причиною обмеження злагоженості дій між стаціонарним та амбулаторним етапами лікувального процесу, що відбивається на ефективності реабілітаційного курсу.

Перспективи зниження частоти ускладнень і несприятливих результатів лікування переломів кісток ЗВС пов'язані з розробкою і впровадженням малоінвазивних технологій. Предметом практичної реалізації цих положень стала розробка науково обґрунтованого підходу до вибору методу лікування на підставі об'єктивних критеріїв, що включають як характер переломів кісток ЗВС так і наявність загальних і місцевих протипоказань.

ІЗОЛЮВАНІ ПОШКОДЖЕННЯ КІСТОК ЗАДНЬОГО ВІДДІЛУ СТОПИ

4.1 Деякі особливості лікування переломів таранної кістки

4.1.1 Периферичні переломи таранної кістки

Периферичні (крайові) переломи таранної кістки зустрічаються не так часто, тому це стримує проведення великих клінічних досліджень і, на нашу думку, не є повноцінним керівництвом до прийняття рішення фахівцями.

Тактика лікування крайових переломів таранної кістки вимагає хірургічного втручання, при якому треба мінімізувати доступ для виконання закритого відновлення анатомії пошкоджених задніх відростків. При цьому застосовують задньо-латеральний доступ довжиною до 1,5 см з подальшою фіксацією уламків міні-гвинтами Herbert $\varnothing 2,7-3,5$ мм, зануреними субхондрально. У зв'язку з фрагментацією та малими за розмірами латеральний відросток підлягає вилученню, в інших випадках остеосинтез гвинтом.

Серед крайових переломів тарану відмічається особливість, яка полягає в складності візуалізації характеру пошкоджень і, отже, викликає труднощі при діагностиці та визначенні тактики подальшого лікування. Нашарування контурів кісток на звичайній рентгенограмі і зафіксовані певні зрізи на КТ обмежують інформативність і не дозволяють чітко візуалізувати випадки крайового перелому в поєднанні з вивихом таранної кістки в таранно-човноподібному суглобі. Істотну допомогу в цьому може надати КТ стопи з об'ємною реконструкцією (3D) при діагностиці перелому заднього відростка (краю) таранної кістки.

Для ілюстрації приводимо клінічний приклад.

Хворий Д., 32 років, і/х №2845, доставлений в клініку 01.03.2019 р. з місць позбавлення волі в транспортній іммобілізації. Травму отримав при

спробі втечі з СІТУ, зістрибнувши з огорожі $h \approx 3$ м. При надходженні застосовані клінічні та променеві методи дослідження, використання яких надало обмежену візуальну інформацію, що не дозволило встановити характер усіх пошкоджень ЗВС у постраждалого (рис. 4.1).



Рис. 4.1 Фотовідбитки рентгенограм та КТ стопи при надходженні

За допомогою даних КТ з об'ємною 3D реконструкцією встановлено діагноз: перелом зовнішнього краю лівої човноподібної кістки, перелом заднього відростка (краю) таранної кістки з вивихом в таранно-човноподібному суглобі (рис. 4.2).



Рис. 4.2 Фотовідбитки КТ стопи в 3D реконструкції при надходженні

В анамнезі – цукровий діабет II тип (субкомпенсація). Після відповідної підготовки протягом 2 годин пацієнту виконана операція – відкрите вправлення вивиху голівки і закритий остеосинтез заднього відростка (краю) лівої таранної кістки. Вивих вправлений переднім доступом, кістково-хрящові фрагменти човноподібної кістки видалені, потім проведена трансартикулярна фіксація стопи спицями, задньо-латеральним доступом виконаний остеосинтез заднього відростка (краю) таранної кістки гвинтом Herbert (рис. 4.3).

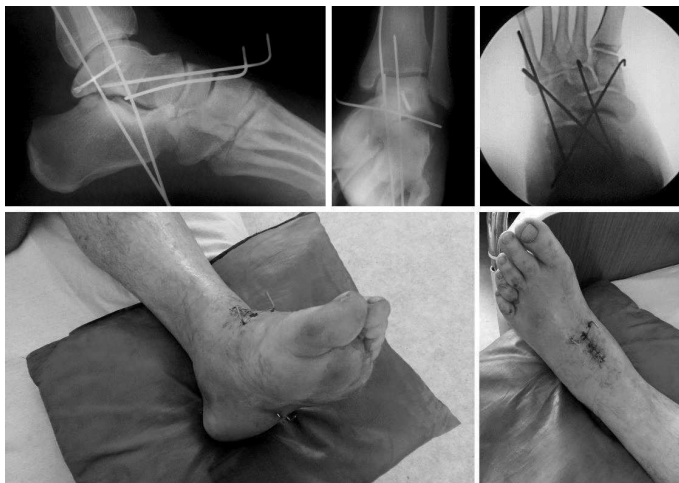


Рис. 4.3 Фотовідбитки рентгенограм і зовнішній вигляд стопи після операції

Найближчий післяопераційний період проходив без ускладнень. Рани зажили первинним натягом, шви зняті на 14-у добу. Виписаний з відділення для подальшого лікування в умовах тюремного лазарету. Дані рекомендації щодо термінів іммобілізації, навантаження та реабілітації.

Загальна післяопераційна тактика для оперованих пацієнтів полягала в накладанні гіпсової пов'язки з фіксацією протягом 4–6 тижнів. Навантаження на пошкоджену кінцівку було заборонено. Після закінчення іммобілізації проводили курс фізіо-функціонального лікування за загальноприйнятою методикою з подальшим початком дозованого навантаження на стопу протягом

1–2 тижнів. Рекомендували носіння устілок до 6–8 місяців після травми і використання взуття з жорсткою підшвою.

Таким чином, встановлено, що мінімальні за доступом оперативні втручання дозволяють досягти анатомічного результату репозиції таранної кістки, загалом, без ускладнень навіть за наявності супутньої патології, а також сприяють своєчасному лікуванню і збереженню функції кінцівки.

4.1.2 Черезкістковий остеосинтез шийки таранної кістки

Проблема анатомічного зіставлення і стабільної фіксації переломів шийки таранної кістки (I-II тип) вважається визначальною для анатомо-функціонального результату. У зв'язку з цим нами в дослідженні була поставлена мета, яка досягнута шляхом розробки та впровадження в клінічну практику зовнішнього пристрою для керованої фіксації переломів шийки таранної кістки (патент України № 139150 від 26.12.2019).

4.1.2.1 Опис пристрою

Пристрій відноситься до керованих зовнішніх фіксаторів на стрижневій основі, зібраних з набору стандартних деталей апарату «Остеомеханік» (І.А. Катаєв та ін., 1995), який є конструкцією, що складається з двох зовнішніх опор – стабілізуючої і репонууючої (рис. 4.4).

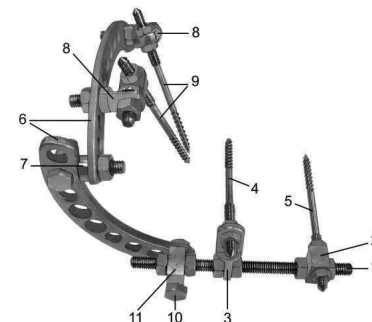


Рис. 4.4 Пристрій для черезкісткового остеосинтезу шийки таранної кістки

Стабілізуюча опора виконана у вигляді гвинтової шпильки **1** $\varnothing 6 \times 90$ мм з різьбою М6, на якій розташовані стрижнефіксатор **2** з двома взаємоперпендикулярними отворами у вигляді "кубика" (А.Н. Костюк, 1990) розміром $15 \times 11 \times 8$ мм і стрижнефіксатор **3** у вигляді комбінованого двохплощинного напівшарнірного кронштейна. Стабілізуючі гвинт-стрижні **4, 5** $\varnothing 4 \times 80$ мм із заглибною шнековою різьбою на одному кінці і різьбою М6 на іншому кріпляться в стрижнефіксаторах **2, 3** за допомогою гайок.

Репонуюча опора складається з двох сегментів кільця однієї чверті кола **6**, сполучених між собою в поперечному напрямі за допомогою напівшарнірного кронштейна **7**, і розташованих на ній двохплощинних шарнірів, складених з двох напівшарнірних кронштейнів **8**, фіксуючих репонуючі гвинт-стрижні **9** $\varnothing 4 \times 80$ мм. З'єднання зовнішніх опор між собою здійснюється шарнірно за допомогою болта **10** і фіксатора **11** з двома взаємоперпендикулярними отворами у вигляді "кубика Барабаша-Костюка" розміром $15 \times 16 \times 8$ мм на різьбовій штанзі **1** стабілізуючої опори.

Багатоплощинну керованість у пристрої забезпечує репонуюча опора **6**, рухливі вузли якої складаються з репонуючих гвинт-стрижнів **9**, стрижнефіксаторів **8** і фіксатора **11** (рис. 4.5).

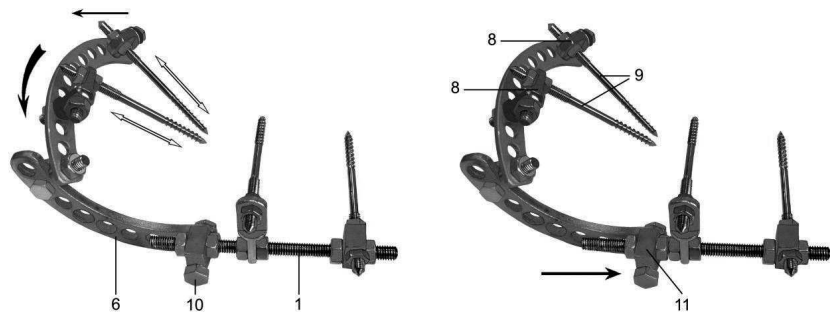


Рис. 4.5 Види переміщень у репонуючій опорі

Розташування напівшарнірних кронштейнів **8** дозволяє фіксувати репонуючі гвинт-стрижні **9** під різними кутами і послідовно здійснювати в пристрої керовані рухи за рахунок переміщення гайок, що призводить до

усунення зміщення відламків таранної кістки по ширині. Рухливість репонуючої опори **6** відносно тієї, що стабілізує **1** в сагітальній площині по довжині і під кутом забезпечує шарнірне з'єднання – фіксатор **11** і болт **10**.

Зв'язок об'єкта дослідження "фіксатор–таранна кістка" здійснюють шляхом проведення стабілізуючих гвинт-стрижнів у фронтальній площині через зовнішню кісточку в тіло таранної кістки **1** та п'ятковий горб **2** (рис. 4.6).

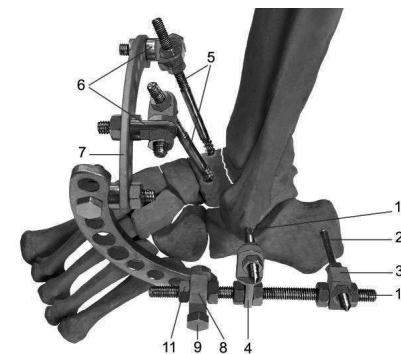


Рис. 4.6 Загальний вигляд об'єкта дослідження "фіксатор–таранна кістка"

Потім пристрій вмонтовують на гвинт-стрижні **1, 2** через отвори стрижнефіксаторів **3, 4**, які знаходяться в розслабленому стані. Утримуючи пристрій паралельно зовнішній поверхні стопи, його стабілізацію проводять шляхом послідовного затягування гайок. Репонуючі гвинт-стрижні **5** проводять під необхідним кутом в голівку таранної кістки і фіксують їх в двохплощинних кронштейнах **6**, розташованих на сегменті кільця однієї чверті кола **7** репонуючої опори, послідовним затягуванням гайок.

Зміщення шийки таранної кістки доволі типове за механогенезом – під кутом і по ширині в сагітальній площині. Тому, відновлення анатомії таранної кістки в даному пристрої виконують репонуючими діями, направленими зворотно механізму зміщення фрагментів, а саме:

– зміщення відламків під кутом усувають шляхом надання стопи максимального підошовного згинання, яке відбувається за умови розслабленого шарнірного з'єднання (фіксатор **8** і болт **9**) між репонуючою **7** і стабілізуючою

10 опорами. При цьому відбувається одночасно distraкція між відламками і усунення кутового зміщення, після чого стабілізують шарнірне з'єднання шляхом затягування болта 9;

– зміщення відламків по ширині в сагітальній площині усувають, занурюючи або витягуючи водночас репонуючі гвинт-стрижні 5 шляхом відгвинчування або нагвинчування гайок при розслабленому положенні двохплощинних кронштейнів 6.

– міжуламкову компресію після закінчення репозиції здійснюють при переміщенні фіксатора 8 гайками 11 уздовж різьбової штанги 10 стабілізуючої опори на необхідну величину.

Достовірність наших спостережень підтверджують розрахунки, отримані в результаті порівняльного математичного моделювання ЧКО і внутрішнього остеосинтезу переломів шийки таранної кістки.

4.1.2.2 Біомеханічне обґрунтування застосування зовнішнього пристрою для черепісткового остеосинтезу шийки таранної кістки

В ході експериментального дослідження використали комп'ютерну модель перелому шийки таранної кістки. Моделювали схему поперечного перелому у фронтальній площині, лінія зламу якого проходила від переднього краю суглобової поверхні блоку таранної кістки до основи латерального відростка (рис. 4.7).

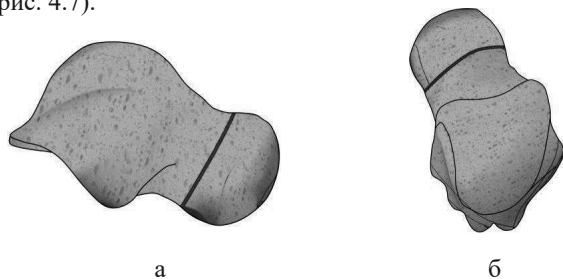


Рис. 4.7 Модель поперекового перелому шийки таранної кістки:

а) вид з латеральної сторони; б) вид зверху

В результаті моделювання перелому утворені два уламки – голівка та тіло таранної кістки. Об'єкти дослідження розділили на дві групи, в кожній з яких виконували комп'ютерне моделювання фіксації кісткових фрагментів методом ЧКО та внутрішнього остеосинтезу.

У першій групі розглядали модель стрижневого пристрою зовнішньої фіксації, виконану у вигляді різьбової шпильки $\varnothing 6 \times 90$ мм, двох сегментів кільця однієї чверті кола (ширина 16 мм; товщина 3 мм) з рівномірними отворами $\varnothing 8$ мм і стрижнефіксаторів, в отворах яких знаходяться гвинт-стрижні $\varnothing 4 \times 80$ мм з механічними властивостями титанового сплаву ВТ-16.

Друга група представлена моделями внутрішньої фіксації уламків таранної кістки двома спонгіозними гвинтами $\varnothing 4 \times 45$ мм, виготовленими з нержавіючої (медичної) сталі 12Х18Н10. Перший варіант передбачав паралельне введення гвинтів з неповною довгою різьбою на відстані 20 мм один від одного в напрямку від верхнього краю суглобової поверхні голівки до заднього відростка. Другий – у зворотному напрямі, від задньої поверхні тіла до центру голівки таранної кістки, введення гвинтів з неповною короткою різьбою.

В даному дослідженні нами проведено порівняння показників жорсткості фіксації уламків таранної кістки в стрижневому пристрої з фіксацією гвинтами, введених в різних напрямках. Для цього провели чисельний аналіз напруженого і деформованого стану двох видів конструкцій (рис. 4.8).



Рис. 4.8 Об'єкти дослідження:

а) стрижневий фіксатор; б) гвинт № 1 з неповною довгою різьбою;

в) гвинт № 2 з неповною короткою різьбою

При виконанні чисельного експерименту геометричні і кінцево-елементні моделі досліджуваних об'єктів виконані на підставі реальних фіксаторів, що дозволило максимально точно відобразити їх конструктивні особливості (рис. 4.9).

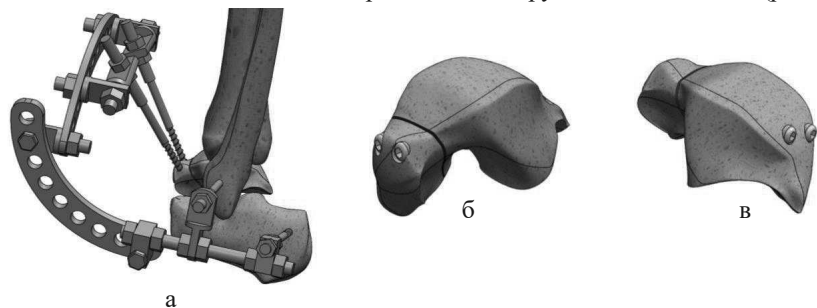


Рис. 4.9 Геометричні моделі фіксації перелому шийки таранної кістки:

а) модель стрижневого пристрою; б) модель гвинтів № 1; в) модель гвинтів № 2

Геометрична модель повинна відповідати типові елементу, який використовуватиметься при кінцево-елементному розбитті. Розглядали в даній роботі моделі із стрижневих кінцевих елементів, оскільки вони забезпечують відповідність моделі і реальній конструкції. На рис. 4.10 представлені кінцево-елементні моделі розробленого нами пристрою стрижневого типу і двох варіантів закріплення відламків за допомогою паралельно введених спонгіозних гвинтів, кінцево-елементні моделі виконані з використанням стрижневих елементів.

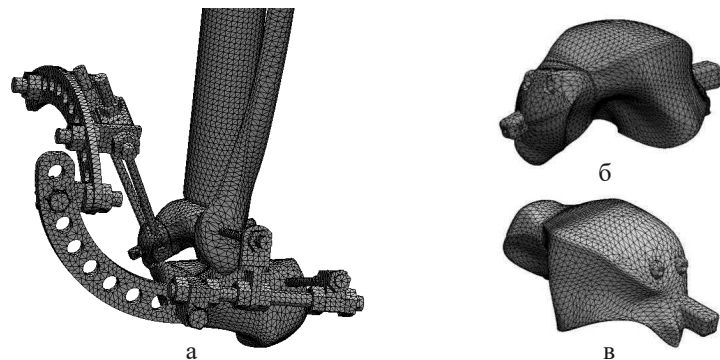


Рис. 4.10 Кінцево-елементні моделі фіксації перелому шийки таранної кістки:

а) модель стрижневого пристрою; б) модель гвинтів № 1; в) модель гвинтів № 2

Апроксимація обох моделей виконана об'ємним кінцевим елементом Solid45 з бібліотеки програми ANSYS. Елементи представляються таким чином: об'ємний (3D) елемент, застосований при вирішенні завдань механіки твердого тіла, що деформується, визначається вісьма вузлами, кожен з яких має три ступеня свободи – лінійні зміщення в напрямках осей X, Y, Z вузлової системи координат. На наступному етапі розрахунки жорсткості фіксації відламків таранної кістки різними конструкціями фіксаторів провели за певних граничних умов зовнішньої просторової системи поодиноких сил і моментів на моделі таранної кістки.

Наводимо отримані дані розрахунків жорсткості фіксації різними конструкціями таранної кістки при переломі на рівні шийки. Розрахунок провели за допомогою МКЕ, комп'ютерне моделювання виконали із застосуванням ліцензійних CAD/CAE систем. Максимальні значення параметрів НДС, вказаних в розділі 2, по всіх варіантах розрахунків приведені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1

Максимальні значення параметрів НДС

Параметри НДС	Модель стрижневого пристрою	Модель фіксації гвинтами № 1	Модель фіксації гвинтами № 2
USUM (мм)	0,193	0,1844	0,1727
ROTSUM	0,03549	0,03236	0,03198
$\sigma_{\text{екв}}$ (МПа)	112,9	107	107

Деякі приклади епюр параметрів НДС в конструкціях стрижневого пристрою та спонгіозних гвинтах наведені на рис. 4.11.

Результатом статичного розрахунку і порівняльного аналізу даних об'єктів дослідження є оцінка їх НДС, параметри якого визначені по кожному з варіантів зовнішньої і внутрішньої фіксації. Аналіз отриманих результатів чисельного експерименту виявив відмінності НДС елементів моделі перелому шийки таранної кістки, залежно від вживаних комп'ютерних моделей конструкцій для ЧКО і внутрішнього остеосинтезу, дозволяє зробити висновок про достовірність тих допущень, які були прийняті на етапах геометричного і

кінцево-елементного моделювання, а також буде достовірним і відносно граничних умов величин і характеру прикладання зовнішніх навантажень.

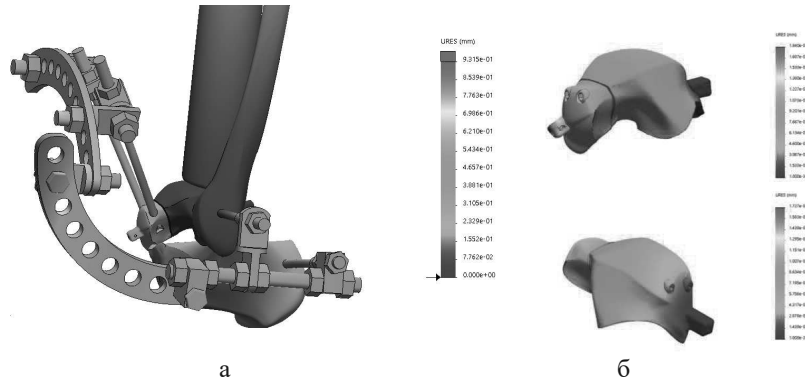


Рис. 4.11 Сумарні переміщення в конструкціях стрижневого пристрою (а) та спонгіозних гвинтів (б) при використанні МКЕ (мм)

Співвідношення величин відносних деформацій таранної кістки при різних варіантах фіксації відламків представлені в табл. 4.2.

Таблиця 4.2

Матриця співвідношень відносних деформацій таранної кістки

Відносна деформація	стрижневий пристрій $\varepsilon_{ТСУ} = 0,004289$	модель гвинтів № 1 $\varepsilon_{ТВперед} = 0,004089$	модель гвинтів № 2 $\varepsilon_{ТВзадн} = 0,003837$
стрижневий пристрій $\varepsilon_{ТСУ} = 0,004895$	1	0,95	0,9
модель гвинтів № 1 $\varepsilon_{ТВперед} = 0,004089$	1,05	1	0,94
модель гвинтів № 2 $\varepsilon_{ТВзадн} = 0,003837$	1,12	1,07	1

З аналізу отриманих даних видно, що параметри жорсткості фіксації фрагментів таранної кістки порівняно з моделями фіксації гвинтами (№1–2) мають один порядок і поступаються їм всього лише в межах 5–12%, що при настільки малих деформаціях не має визначального значення. Це означає, що жорсткість фіксації відламків таранної кістки гвинтами не має істотних переваг

перед апаратом. Виходячи з цього, у підсумку модель стрижневого пристрою має переваги за якістю малоінвазивної керованої фіксації в порівнянні з фіксацією відламків таранної кістки гвинтами, незалежно від напрямку їх введення.

Модель гвинтів № 2 для фіксації відламків таранної кістки має жорсткість на 6–7% вище, ніж модель гвинтів № 1, що не має визначального значення. Пояснюється це тим, що моделі гвинтів № 2 жорсткіше фіксуються в проксимальному відламку (тілі) більшого розміру, а модель гвинтів № 1 – в дистальному відламку (голівці) меншого розміру. Це призводить до того, що менш жорстко зафіксована ділянка голівки гвинта за рахунок більшої довжини відламка (тіла) таранної кістки отримує більше сумарне зміщення.

Таким чином, розроблений нами пристрій для зовнішньої стрижневої фіксації переломів шийки таранної кістки в ході дослідження показав досить високу стабільність в порівнянні з класичним остеосинтезом двома паралельно введеними спонгіозними гвинтами, незалежно від напрямку їх проведення.

4.1.2.3 Техніка застосування малоінвазивного остеосинтезу при лікуванні пацієнтів із переломами шийки таранної кістки

При надходженні хворих в стаціонар наразі підготовки до оперативного втручання необхідно інформувати їх не тільки про майбутній план лікування, відповідно до чинного законодавства, а й з особливостями використання зовнішньої фіксації в післяопераційному періоді (догляд за апаратом, виготовлення бавовняних чохла). Звертати увагу пацієнта на "незручності", пов'язані з наявністю зовнішнього пристрою, необхідністю дотримання правил асептики і антисептики, а також з розумінням ставитися до проведення маніпуляцій в апараті з метою усунення зміщення і т. д.

Напередодні хірургічного втручання проводили необхідний спектр передопераційних лабораторних досліджень, гіпсову лонгету знімали і пошкоджену стопу мили теплою водою з додаванням миючих засобів. Безпосередньо перед операцією область операційного поля обробляли

кутасептом або 0,5% спиртовим розчином хлоргексидину і загортали в стерильну пелюшку. Операції проведені в терміни від 2 до 4 діб після травми. Антибіотикотерапію проводили з профілактичною метою протягом 3–5 днів.

Техніка операції: ЧКО виконували на операційному столі в положенні хворого на здоровому боці, при цьому кульшовий та колінний суглоби ураженої кінцівки знаходилися в напівзігнутому положенні, а передній відділ стопи в еквінусі. Після знеболювання і обробки операційного поля методика накладення апарату полягала в проведенні поетапних послідовних дій:

I етап – в області зовнішньої кісточки та горба п'яtkової кістки робили скальпелем розрізи шкіри до кістки розміром 5 мм в поздовжньому напрямі. Через сформовані розрізи за допомогою воротка вкручували стабілізуючі гвинт-стрижні $\varnothing 4 \times 80$ мм з титанового сплаву VT-16 через зовнішню кісточку в тіло таранної кістки і аналогічно в п'яtkовий бугор, при цьому вони повинні знаходитися паралельно і в одній площині;

II етап – відстань для фіксації гвинт-стрижнів регулювали шляхом переміщення стрижнефіксаторів по гвинтовій шпильці базової опори, потім пристрій монтували на стабілізуючі гвинт-стрижні через отвори стрижнефіксаторів, які кріпляться на ній і знаходяться в розслабленому стані. Утримуючи стабілізуючу частину пристрою паралельно зовнішній і щодо тильної поверхні стопи, проводили її стабілізацію послідовним затягуванням гайок;

III етап – в області голівки таранної кістки робили подібні розрізи шкіри, через які також за допомогою воротка вкручували в неї репонуючі гвинт-стрижні $\varnothing 4 \times 80$ мм під необхідним кутом щодо поверхні шкіри з подальшою фіксацією їх в стрижнефіксаторах, розташованих на репонуючій опорі, яка фіксована до базової опори за допомогою шарніра. Стабілізацію гвинт-стрижнів в репонуючій опорі пристрою проводили послідовним затягуванням гайок;

IV етап – виконували дистракцію між уламками і власне репозицію в апараті. Технічний опис дій, виконаних для усунення всіх видів зміщень, детально представлено вище.

Техніка репозиції. Зміщення шийки таранної кістки досить типове за механогенезом – під кутом і по ширині в сагітальній площині. Виходячи з видів зміщень уламків, що визначаються на рентгенограмах, представлена схема репозиції переломів шийки таранної кістки (рис. 4.12) – стрілками показані напрямки репонуючих зусиль, а цифрами їх послідовність.

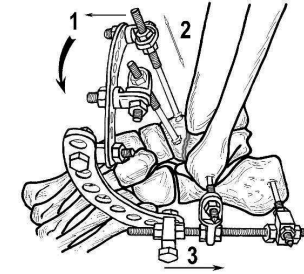


Рис. 4.12 Схема репозиції переломів шийки таранної кістки

Після введення стабілізуючих і репонуючих гвинт-стрижнів в таранну кістку і фіксації їх в апараті, відновлення її анатомії в даному пристрої здійснюють шляхом надання стопі максимального підшовного згинання, яке відбувається за умови розслабленого шарнірного з'єднання між репонуючою і базовою опорами за допомогою болта.

За цих дій відбувається одночасно дистракція (1) між уламками і усунення кутового зміщення. Після стабілізації шарнірного з'єднання шляхом затискання болта проводять рентген-контроль на операційному столі, згідно з яким визначають якість усунення зміщення уламків. За необхідності, можливе переміщення гайками репонуючих гвинт-стрижнів в стрижнефіксаторах (2), де шляхом їх занурення або вилучення усувають зміщення голівки по ширині в сагітальній площині. Завершують репозицію міжуламковою компресією (3), яка відбувається при переміщенні з'єднуючих гайок репонуючої опори уздовж гвинтової шпильки на необхідну відстань, потім апарат стабілізують.

Після завершення операції підтверджують досягнення репозиції рентген-контролем, місця введення стабілізуючих і репонуючих гвинт-стрижнів

закривають марлевими кульками, змоченими в 70° спирті, які фіксують потім за допомогою гумових пробок, нанизаних на гвинт-стрижні апарату.

У післяопераційному періоді хворі на 2-у добу могли здійснювати рухи в гомілковостопному суглобі, ходити за допомогою допоміжних засобів опори без навантаження на пошкоджену стопу. З метою профілактики асептичного некрозу таранної кістки призначали дезагреганти, реотропні та метаболічні препарати. Контрольні рентгенограми виконували після виписки зі стаціонару через 6 тижнів. Питання про демонтаж апарату вирішували індивідуально, на підставі консолідації, підтвердженої рентгенологічно через 12–14 тижнів. Після демонтажу апарату призначали комплекс відновного лікування, дозоване навантаження на стопу дозволяли за допомогою розробленого на кафедрі аналізатора "Rehablister", яка проводилася протягом 4 тижнів, потім повна (з тростиною) не раніше 5–6 місяців з моменту травми. На рентгенограмах через 6 і 12 міс. після операції у всіх оперованих пацієнтів відзначений негативний симптом Hawkins, що свідчило про відсутність асептичного некрозу і пролапсу тіла таранної кістки. На КТ ознак ОА змін в ПТС не спостерігали.

Для ілюстрації приводимо клінічний приклад.

Хворий Ч., 25 років, і/х №8212, надійшов в клініку 21.07.2020 р. з діагнозом: закритий перелом шийки лівої таранної кістки зі зміщенням уламків. Травму отримав під час падіння з драбини $h \approx 1,5$ м. При надходженні обстежений клінічно і рентгенологічно (рис. 4.13).



Рис. 4.13 Фотовідбитки рентгенограм та КТ стопи при надходженні

Накладена в середньо-фізіологічному положенні стопи гіпсова лонгета до колінного суглоба. Після госпіталізації у відділення та у зв'язку з супутньою патологією (ожиріння) пацієнту після відповідної підготовки 23.07.2020 р. виконана операція – ЧКО лівої таранної кістки пристроєм нашої конструкції. На операційному столі спочатку послідовно у фронтальній площині проведені стабілізуючі гвинт-стрижні через зовнішню кісточку і п'ятковий бугор, потім репонуючі гвинт-стрижні введені в голівку таранної кістки (рис. 4.14-а).



Рис. 4.14 Інтраопераційні етапи репозиції в пристрої (а, б) та фотовідбитки рентгенограм стопи після операції (в)

Змонтований апарат на гвинт-стрижнях шляхом з'єднання репонуючої і стабілізуючої опори між собою (рис. 4.14-б). Виконана закрыта репозиція шийки таранної кістки з подальшою стабілізацією пристрою. Досягнута репозиція уламків підтверджена на рентгенограмах у стандартних проекціях (рис. 4.14-в).

Найближчий післяопераційний період проходив без ускладнень. Дозволені дозовані рухи в гомілковостопному суглобі пошкоджені стопи через 3 дні після операції (рис. 4.15). Після виписки зі стаціонару, перебуваючи на амбулаторному режимі спостереження, отримував фізіо-функціональне

лікування. Апарат демонтований через 14 тижнів з моменту травми при наявності ознак консолидації, підтверджених рентгенологічно. При огляді через 6 місяців після лікування ознак асептичного некрозу на контрольних рентгенограмах не визначається (рис. 4.16).



Рис. 4.15 Зовнішній вигляд пацієнта та стопи в процесі лікування



Рис. 4.16 Фотовідбитки контрольних рентгенограм стопи через 6 місяців після лікування

На момент огляду пацієнт пред'являв скарги на помірний біль при ходьбі, мається незначна кульгавість, тростиною не користується, набряку в області ЗВС не виявлено, амплітуда рухів у гомілковостопному суглобі S: 5°/0/30°, в ПТС рухи в межах 10°, безболісні. Анатомо-функціональний результат за

даними анкетування оцінений як добрий, склавши 80 балів за шкалою AOFAS, за FFI – 25 балів (рис. 4.17).



Рис. 4.17 Зовнішній вигляд пацієнта та функціональний результат через 6 місяців після лікування

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. За результатами аналізу технічних можливостей, ми прийшли до висновку, що конструкція пристрою дозволяє, незалежно від сторони пошкодження (права або ліва стопа), провести функціональний малоінвазивний остеосинтез на основі закритої репозиції і стабільної фіксації уламків на термін, необхідний для консолидації, зберігаючи при цьому функцію гомілковостопного суглоба. Адекватна і оптимальна хірургічна техніка операції дозволяє уникнути ускладнень, відновити анатомію, і отже, функцію стопи практично до рівня норми.

Запропонований пристрій є компактним і простим у застосуванні, тому може бути рекомендованим як метод вибору при лікуванні переломів шийки таранної кістки (тип II), особливо за наявності протипоказань до ORIF і мати широке практичне застосування в травматологічних відділеннях різного рівня.

4.2 Особливості лікування переломів п'яткової кістки

Серед багатьох факторів, що впливають на частоту післяопераційних ускладнень після ORIF, є вік пацієнтів понад 60 років, супутня хронічна соматична патологія, захворювання периферичних судин нижніх кінцівок та навіть довгострокове паління. Публікації останніх років свідчать про те, що результат лікування переломів п'яткової кістки залежить від типу перелому і сумарного ефекту цих факторів ризику, які впливають на вибір між відкритою репозицією, малоінвазивними закритими способами хірургічних втручань і консервативним лікуванням (Т.А. Лантух, 2014).

4.2.1 Закрита одномоментна інструментальна репозиція

До теперішнього часу існує безліч модифікацій перкутанної методики аксіальної репозиції п'яткової кістки за Н. Westhues (1934), аналіз яких свідчить про те, що вона можлива, за твердженням Р. Essex-Lopresti (1952), лише при язикоподібному типі переломів, хоча автор не заперечував її застосування і при інших типах внутрішньосуглобових переломів п'яткової кістки. Виходячи з цього відсутнє біомеханічне обґрунтування стабільності репозиційного остеосинтезу, де не приділяється належної уваги можливості репозиції інших типів пошкоджень, немає деталізації самої техніки вправлення і кількості введення фіксуючих елементів, що забезпечать стабільний остеосинтез.

Деякі фахівці у своїх дослідженнях доводять переваги застосування закритої малоінвазивної аксіальної репозиції та фіксації, як в аспекті можливих інфекційних ускладнень, так і функціональних результатів (О. Gamal et al, 2016). Техніка ЗОІР дозволяє виконувати операції в ургентному порядку без істотного ризику у пацієнтів незалежно від супутньої патології, вираженим набряком ЗВС, наявністю фліктен, саден та відкритим характером переломів п'яткової кістки, що є протипоказаннями до застосування ORIF (рис. 4.18).



Рис. 4.18 Клініка перелому п'яткової кістки при надходженні

З метою забезпечити високий ступінь ефективності і позитивний клінічний результат, нами вдосконалена техніка виконання аксіальної репозиції за Westhues/Essex-Lopresti з фіксацією спицями, яка застосована в клінічній практиці з 2009 р. при всіх внутрішньосуглобових переломах п'яткової кістки. Багаторічний клінічний досвід використання методики ЗОІР дозволив отримати статус винаходу (патент України № 120307 від 11.11.2019).

4.2.1.1 Опис техніки аксіальної репозиції п'яткової кістки

Техніку вправлення язикоподібних переломів п'яткової кістки, ми модифікували, виходячи з напрямку вторинної лінії зламу, яка визначається на бічній рентгенограмі стопи, таким чином:

— пальпаторно визначають вершину п'яткового горба (рис. 4.19) і, змістившись на 1 см у бік підошви, здійснюють шилом **1** прокол шкіри по задній його поверхні в сагітальній площині. Далі шило вводять в язикоподібний уламок над його *вторинною лінією* зламу **2** і паралельно їй на глибину орієнтовно до *sinus tarsi* (рис. 4.19-а). Потім виконують мануальне низведення вільного кінця шила в напрямку зверху вниз, що дозволяє низвести п'ятковий горб і таким чином відновити кут Böhler до норми. Враховуючи те, що при даному типові перелому може зміщуватися (знаходитися в підвивиху) латеральна частина суглобової поверхні п'яткової кістки, зведення доповнюють

девіацією шила назовні (рис. 4.19-б), після чого виникає відчуття "кляцання", що свідчить про вправлення ЗСФ.

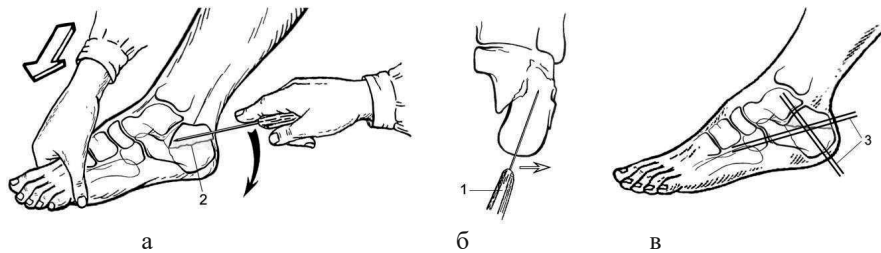


Рис. 4.19 Етапи виконання репозиції (а, б) та фіксації (в)

язикоподібного перелому п'яtkової кістки

Утримуючи шило і стопу в положенні еквінуса, репоновані відламки п'яtkової кістки транскутанно фіксують двома паралельно проведеними спицями Ілізарова 3 трансартикулярно через таранно-п'яtkовий та п'яtkово-кубоподібний суглоби. Після досягнення репозиції (відновлення величини кута Böhler), підтверженої за допомогою ЕОП, шило видаляють (мал. 4.19-в).

— імпресійні переломи п'яtkової кістки, згідно наших спостережень і власного практичного досвіду, мають свої особливості для використання ЗОІР. Залежно від характеру руйнування ЗСФ, створюються два види зміщення її зовнішньої суглобової поверхні, згідно яких визначають можливість використання репозиції даним способом.

Так, при *першому* виді зміщення на бічній рентгенограмі стопи визначається подвійний контур ЗСФ, що вказує на часткову імпресію її зовнішньої 1/2–2/3 частини в тіло п'яtkової кістки (рис. 4.20). При цьому виді зміщення відбувається ротація з імпакцією зовнішньої частини суглобової поверхні вниз і допереду в тіло п'яtkової кістки. Більш вертикальне розташування зовнішнього відламка на рентгенограмі має вигляд кутоподібно розширеної щілини ПТС в передній його частині (рис. 4.20-а). Навпаки, можливе горизонтальне розташування зовнішнього відламка, де зберігається

паралельність обох фрагментів ЗСФ, яка визначається на рентгенограмі рівномірним подвійним контуром і розширенням щілини ПТС (рис. 4.20-б).

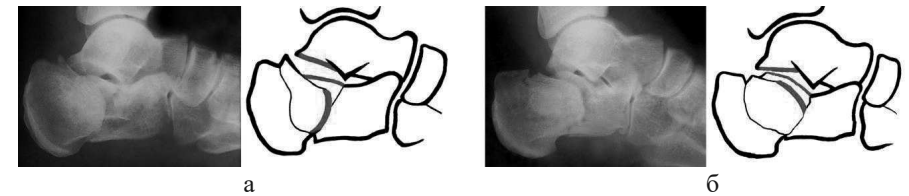


Рис. 4.20 Фотовідбиток рентгенограми і її скіаграма імпресійного перелому п'яtkової кістки з вертикальним (а) і горизонтальним (б) зміщенням зовнішньої частини задньої суглобової фасетки

У свою чергу, всі ці рентгенологічні ознаки вказують на пошкодження капсульно-зв'язкового апарату ПТС. За цих обставин застосування ЗОІР неможливе ще і тому, що необхідно використовувати маніпуляції, зворотні зміщенню суглобової поверхні, тобто виконувати дезімпакцію знизу доверху. При цьому репонуючі зусилля на зовнішню частину втиснутої задньої фасетки мають бути направлені у фронтальній площині, а не в сагітальній.

Можливість використання ЗОІР імпресійних переломів існує при *другому* виді зміщення ЗСФ (рис. 4.21).

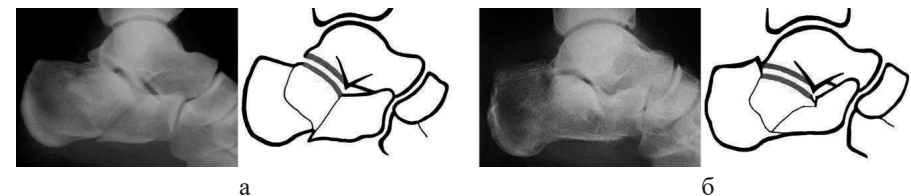


Рис. 4.21 Фотовідбиток рентгенограми та її скіаграма імпресійного перелому п'яtkової кістки із збереженням (а) та зміною (б) величини кута Gissane

Відмітною особливістю цього виду зміщення є те, що на бічній рентгенограмі відсутній подвійний контур ЗСФ, який вказує на імпресію фрагмента, що несе всю суглобову поверхню в центральну частину губчастої основи п'яtkової кістки. Переломи, при яких визначається збереження величини

"критичного" кута Gissane, характеризуються рентгенологічно рівномірним розширенням суглобової щілини ПТС і деяким укороченням п'яtkової кістки (рис. 4.21-а). При зміні величини кута Gissane на бічній рентгенограмі стопи суглобова щілина ПТС також рівномірно розширена, а утворення характерної "сходинки" позаду від неї вказує на імпресію всієї ЗСФ в підлеглу губчасту кістку (рис. 4.21-б). Всі ці рентгенологічні ознаки свідчать про збереження цілісності капсульно-зв'язкового апарату ПТС.

За таких умов зміщення пальпаторно визначають вершину п'яtkового горба і здійснюють шилом **1** прокол шкіри по задній його поверхні у сагітальній площині й проводять так, щоб воно проходило *під вторинною лінією* зламу **2**, орієнтовно до середини втиснутого уламка (рис. 4.22-а).

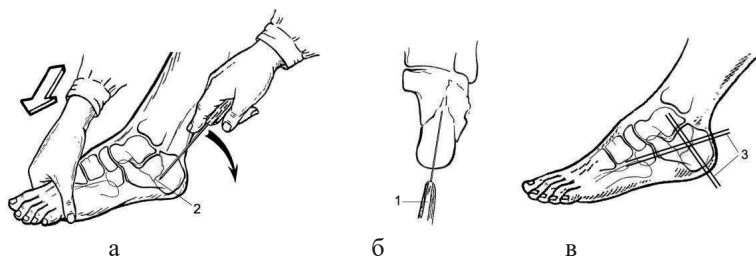


Рис. 4.22 Етапи виконання репозиції (а, б) та фіксації (в) імпресійного перелому п'яtkової кістки

Далі, аксіальну репозицію виконують за допомогою мануального низведення вільного кінця шила в напрямі зверху вниз на необхідний кут без девіації (рис. 4.22-б). Відламки п'яtkової кістки транскутанно фіксують двома проведеними спицями Ілізарова **3** через таранно-п'яtkовий та п'яtkово-кубоподібний суглоби за такими ж анатомічними орієнтирами напрямку проведення спиць, як описано вище. Після відновлення суглобових поверхонь ПТС і величини кута Böhler шило видаляють (рис. 4.22-в).

— при роздробленому типі перелому відсутня *вторинна лінія* зламу, тому проводять шило **1** через найбільш крупну частину п'яtkового горба шляхом

проколу шкіри по задній його поверхні в сагітальній площині на глибину орієнтовно під ЗСФ (рис. 4.23-а).

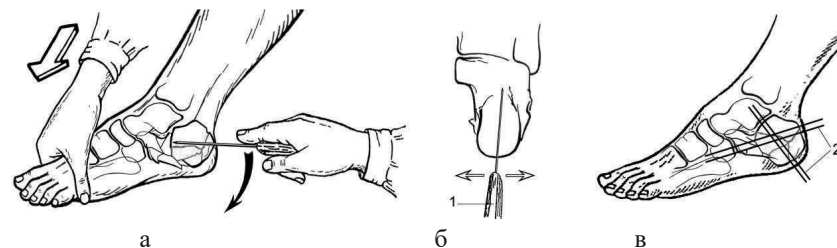


Рис. 4.23 Етапи виконання репозиції (а, б) та фіксації (в) роздробленого перелому п'яtkової кістки

Далі, використовуючи шило як важіль, здійснюють тиск на ручку шила в напрямі зверху вниз. Потім виконують легкі коливальні рухи у фронтальній площині, де кінець шила безпосередньо впливає на суглобові поверхні знизу вверху і таким чином репонується перелом ЗСФ за допомогою контакту суглобової поверхні п'яtkової кістки з конгруентною суглобовою поверхнею таранної кістки (рис. 4.23-б). При цьому п'яtkовий горб зміщується вниз, відновлюючи до норми кут Böhler. Подальша техніка черезшкірної фіксації відламків спицями Ілізарова **2** така, як описано вище. Після відновлення суглобових поверхонь ПТС і величини кута Böhler шило видаляють (рис. 4.23-в).

Оптимальність фіксації кісткових фрагментів після модифікованої нами ЗОІР за Westhues/Essex-Lopresti пояснюємо тим, що, не дивлячись на репозиційний характер внутрішнього остеосинтезу, запропонований спосіб стабілізує відламки п'яtkової кістки за рахунок того, що одна пара спиць, проходячи через відламки п'яtkової кістки, входить у таранну кістку, а інша пара спиць – у кубоподібну кістку, блокуючи рухливість в таранно-п'яtkовому та п'яtkово-кубоподібному суглобах. Додаткову стабільність відламків п'яtkової кістки забезпечують, скріплені між собою таранна, п'яtkова та кубоподібна кістки, що перешкоджає дії литкового м'яза, скорочення якого приводить, як відомо, до зміщення відламків (зміні кута Böhler).

Ефективність нашої розробки і достовірність стабільної фіксації відламків підтверджують розрахунки, отримані в результаті математичного моделювання порівняльного остеосинтезу двох класичних типів внутрішньосуглобових переломів п'яtkової кістки.

4.2.1.2 Біомеханічне обґрунтування застосування аксіальної репозиції внутрішньосуглобових переломів п'яtkової кістки

Виходячи з поставленої мети, дослідження проводилося на об'ємній моделі ЗВС, складна просторова геометрія якої включала дистальні кінці великогомілкових та малоомілкових кісток, а також п'яtkову, таранну, човноподібну та кубоподібну кістки. Умови досліджень викладені в розділі 2.

На першому етапі роботи було вивчено НДС об'ємної моделі ЗВС в нормі під дією поодиноких зосереджених сил та моментів, що діють на вільний кінцевий перетин. Результати в умовах обмежень переміщень можна спостерігати на рис. 4.24.



Рис. 4.24 Розподіл напружень на моделі ЗВС в нормі

Як видно із рис. 4.24, найбільш напруженою зоною при просторовому навантаженні виявляється дистальна частина великогомілкової кістки. Абсолютні значення величини виникаючих напружень в контрольних точках моделі ЗВС в нормі приведені в табл. 4.3.

Значення напружень в контрольних точках моделі ЗВС в нормі

№	Локалізація контрольних точок	Напруження, МПа
1	Задня суглобова фасетка	1,0
2	Середня суглобова фасетка	3,3
3	Передня суглобова фасетка	2,6
4	Суглобова поверхня п'яtkово-кубоподібного суглоба	1,5

Таким чином, результати дослідження дозволяють зробити висновок про те, що в нормі найбільш напруженою зоною виявляється середня суглобова фасетка, де максимальна величина напружень спостерігається на рівні 3,3 МПа. Найменш напруженою зоною є задня частина суглобової поверхні ПТС, де напруга не перевищує значення 1,0 МПа. Діаграма, яка приведена на рис. 4.25, дозволяє наочно порівняти величини виникаючих напружень у контрольних точках моделі ЗВС в нормі.

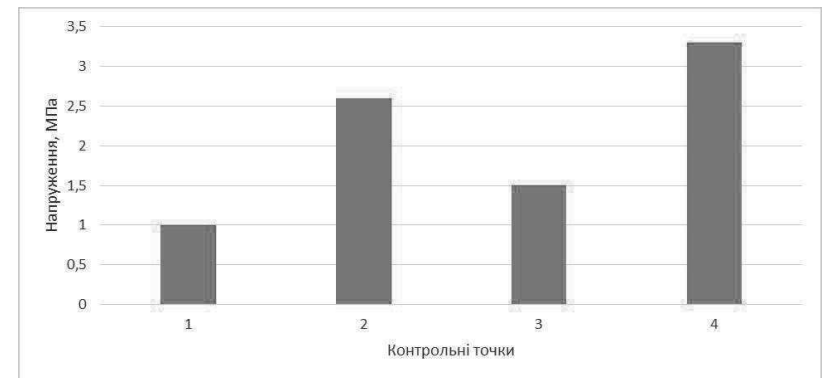


Рис. 4.25 Діаграма напружень в контрольних точках моделі ЗВС в нормі

Як відомо, концепція механогенеза переломів п'яtkової кістки, запропонована Р. Essex-Lopresti (1952), до теперішнього часу визнається кращою. Вона представлена утворенням в момент травми двох основних типів внутрішньосуглобових переломів – язикоподібного та імпресійного, які

відрізняються між собою за характером напрямку вторинної лінії зламу. Згідно цієї концепції на наступному етапі даного дослідження ми моделювали вказані типи переломів на об'ємній моделі тіла п'яtkової кістки в двох площинах, які відповідають напрямкам первинній (1) і вторинній (2) лініям зламу (рис. 4.26).

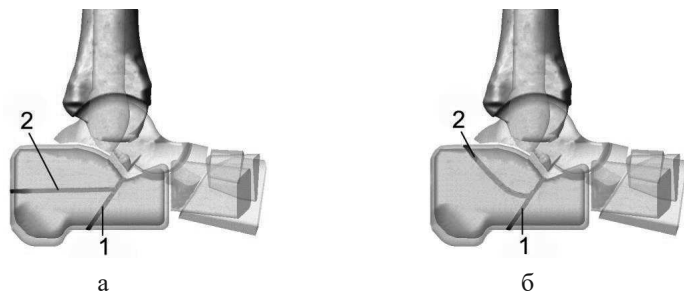


Рис. 4.26 Об'ємні моделі язикоподібного (а) та імпресійного (б) типів переломів п'яtkової кістки

В ході дослідження моделювали в першому варіанті, запропонований нами, трансартикулярний спосіб фіксації відламків шляхом проведення спиць Ілізарова через таранно-п'яtkовий та п'яtkово-кубоподібний суглоби (рис. 4.27).

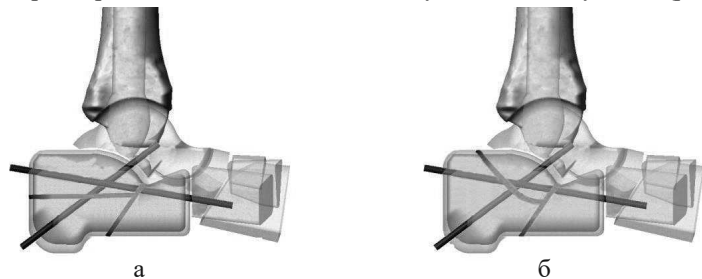


Рис. 4.27 Об'ємні моделі остеосинтезу спицями язикоподібного (а) та імпресійного (б) переломів п'яtkової кістки

Для порівняння у другому варіанті остеосинтезу досліджували фіксуючі можливості двох гвинтів проведених за А.В. Левченко (2013) у напрямі кубоподібної кістки при язикоподібному переломі та у напрямі опори таранної кістки при імпресійному типі перелому (рис. 4.28).

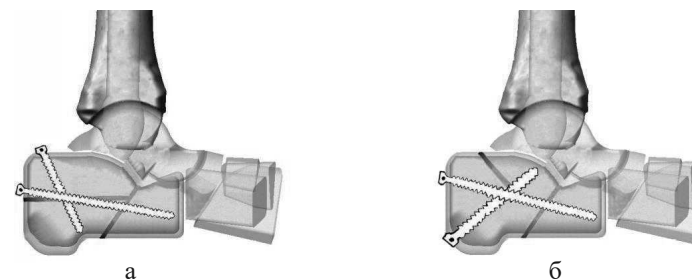


Рис. 4.28 Об'ємні моделі остеосинтезу гвинтами язикоподібного (а) та імпресійного (б) переломів п'яtkової кістки

Для теоретичного обґрунтування жорсткості фіксації моделювали п'яtkову кістку як тривимірне пружно-деформоване тіло з наступними геометричними параметрами: довжина – 80 мм, висота – 50 мм, ширина – 40 мм.

Внутрішні фіксатори для остеосинтезу моделювалися у вигляді циліндрових стрижнів: спиці Ілізарова діаметром $\varnothing 1,8$ мм і суцільні спонгіозні гвинти $\varnothing 4$ мм з урахуванням зовнішньої різьби, які мали механічні властивості нержавіючої сталі 12X18Н10. Для кожного з типів переломів п'яtkової кістки проведено комп'ютерне моделювання двох варіантів внутрішнього остеосинтезу з подальшим порівнянням жорсткості фіксації відламків між спицями та гвинтами (рис. 4.29-4.30).

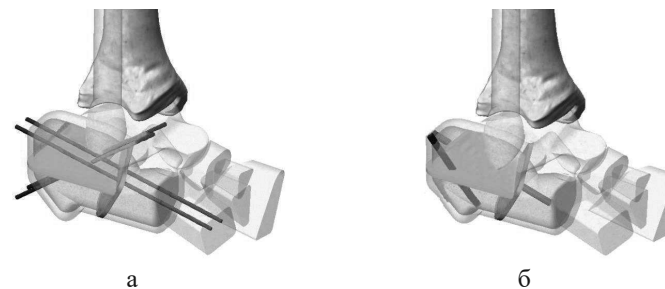


Рис. 4.29 Моделі остеосинтезу п'яtkової кістки спицями (а) та гвинтами (б) при язикоподібному переломі

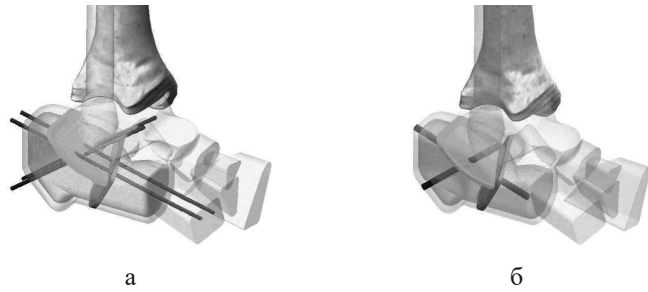


Рис. 4.30 Моделі остеосинтезу п'яткової кістки спицями (а) та гвинтами (б) при імпресійному переломі

В результаті моделювання визначали параметри жорсткості фіксації кісткових фрагментів на тлі розподілу напружень в них, у фіксуючих елементах та контрольних точках в зоні перелому. Дослідження НДС моделі ЗВС при всіх типах переломів п'яткової кістки, фіксація яких відбувалася двома способами, було наступним етапом нашої роботи.

Спочатку провели дослідження розподілу напружень у моделі ЗВС з фіксацією фрагментів язикоподібного виду переломів п'яткової кістки спицями (рис. 4.31).



Рис. 4.31 Розподіл напружень на фіксуючих елементах моделі язикоподібного перелому п'яткової кістки, фіксованої спицями

Далі розглянули характер розподілу напружень у моделі ЗВС при тому ж переломі п'яткової кістки, тільки фіксованому гвинтами (рис. 4.32).



Рис. 4.32 Розподіл напружень на фіксуючих елементах моделі язикоподібного перелому п'яткової кістки, фіксованої гвинтами

Отримані в результаті розрахунків НДС моделей ЗВС при двох варіантах фіксації п'яткової кістки абсолютні значення величин максимальних напружень в контрольних точках кісткових елементів наведені в табл. 4.4.

Таблиця 4.4

Значення напружень в контрольних точках моделі ЗВС при язикоподібному переломі п'яткової кістки

Локалізація контрольних точок	Напруга, МПа	
	спиці	гвинти
Задня суглобова фасетка	4,5	4,9
Середня суглобова фасетка	3,3	4,5
Передня суглобова фасетка	3,5	4,7
Суглобова поверхня п'ятково-кубоподібного суглоба	3,5	7,9
Металеві фіксатори	зона перелому	15,3
	максимум	44,6
		23,5

Аналіз НДС моделей ЗВС з переломом п'яtkової кістки язикоподібного типу при дії зовнішньої системи просторових навантажень показує, що фіксація фрагментів спицями веде до рівномірного розподілу напружень у всіх контрольних точках кісткових елементів, які визначаються в межах від 3,3 до 4,5 МПа. У моделі з фіксацією відламків гвинтами рівень напружень дещо вище і спостерігається в діапазоні від 4,5 до 4,9 МПа у всіх контрольних точках, за винятком суглобової поверхні п'яtkово-кубоподібного суглоба, де напруження визначаються на відмітці 7,9 МПа. Проведене дослідження свідчить про рівень напружень у кісткових елементах моделі ЗВС при фіксації спицями нижче, ніж в моделі з фіксацією відламків гвинтами.

За результатами розрахунку напружень у фіксуючих елементах моделей, величина максимального напруження в спицях досягає значення 44,6 МПа, але в зоні перелому ці показники значно нижче і не перевищують 15,3 МПа. Напруження в гвинтах набувають свого максимального значення в зоні перелому – 23,5 МПа. Отримані дані наочно демонструють перевагу остеосинтезу п'яtkової кістки спицями за показниками величин максимального напруження у фіксуючих елементах моделей.

Наступні дослідження були присвячені порівняльному вивченню НДС моделі ЗВС при аналогічному навантаженні та фіксації відламків п'яtkової кістки імпресійного типу спицями та гвинтами (рис. 4.33-4.34).

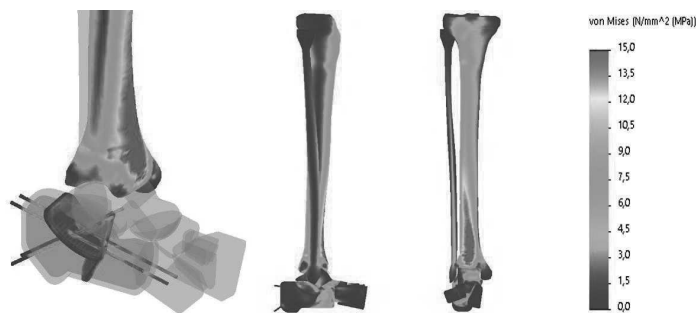


Рис. 4.33 Розподіл напружень на фіксуючих елементах моделі імпресійного перелому п'яtkової кістки, фіксованої спицями



Рис. 4.34 Розподіл напружень на фіксуючих елементах моделі імпресійного перелому п'яtkової кістки, фіксованої гвинтами

Проведене дослідження показало, що навантаження при імпресійному типі перелому п'яtkової кістки на тлі загального розподілу напружень в контрольних точках кісткових елементів моделі ЗВС, фіксованої спицями, аналогічна моделі з фіксацією гвинтами. Різниця виявляється саме в абсолютних значеннях величин напружень в контрольних точках, дані яких приведені в табл. 4.5.

Таблиця 4.5

Значення напруження в контрольних точках моделі ЗВС при імпресійному переломі п'яtkової кістки

Локалізація контрольних точок	Напруження, МПа		
	спиці	гвинти	
Задня суглобова фасетка	5,0	4,5	
Середня суглобова фасетка	3,4	4,7	
Передня суглобова фасетка	3,3	4,0	
Суглобова поверхня п'яtkово-кубоподібного суглоба	3,4	7,6	
Металеві фіксатори	зона перелому	10,7	26,0
	максимум	41,8	26,0

В результаті дослідження НДС слід зазначити, що в моделі ЗВС при даному типі перелому п'яtkової кістки фіксація відламків спицями дозволяє досягти більш рівномірного розподілу напружень в кісткових елементах, які спостерігаються в діапазоні від 3,3 до 5,0 МПа. Фіксація відламків п'яtkової кістки гвинтами, в нашому випадку, викликає пікове значення напружень величиною 7,6 МПа на суглобовій поверхні п'яtkово-кубоподібного суглоба. У інших контрольних точках напруження розподіляється рівномірно і визначається в межах від 4,0 до 4,7 МПа. Отже, рівень напружень в кісткових елементах моделі при фіксації спицями значно нижче, ніж в моделі з фіксацією відламків гвинтами.

Як і в попередньому дослідженні в зоні перелому визначаються максимальні значення напружень на фіксуючих гвинтах – 26,0 МПа. Величини напружень у зоні перелому, які спостерігаються в спицях, значно нижчі і складають 10,7 МПа, але максимальні величини напружень значно вищі, ніж в гвинтах і досягають значення 41,8 МПа. У результаті, дослідження моделі ЗВС з переломом п'яtkової кістки імпресійного типу дозволяє зробити узагальнення, що при наданому навантаженні фіксація фрагментів п'яtkової кістки гвинтами приводить до виникнення напружень в кісткових елементах моделей вищих, ніж при фіксації спицями.

Таким чином, проведене дослідження дозволяє зробити висновок про те, що при всіх досліджених типах переломів п'яtkової кістки фіксація відламків спицями забезпечує більш рівномірний розподіл напружень в кісткових елементах стопи і з максимальними значеннями нижче, ніж при фіксації гвинтами.

На завершальному етапі дослідження було проведено порівняння показників величини відносних деформацій в елементах моделі ЗВС в умовах внутрішнього остеосинтезу спицями і гвинтами всіх типів переломів п'яtkової кістки. Для цього в процесі математичного моделювання провели чисельний аналіз розподілу відносних деформацій в моделі язикоподібного перелому з двома варіантами фіксації (рис. 4.35). Загальний розподіл відносних деформацій в контрольних точках кісткового регенерату моделі ЗВС аналогічно моделі остеосинтезу спицями і гвинтами.

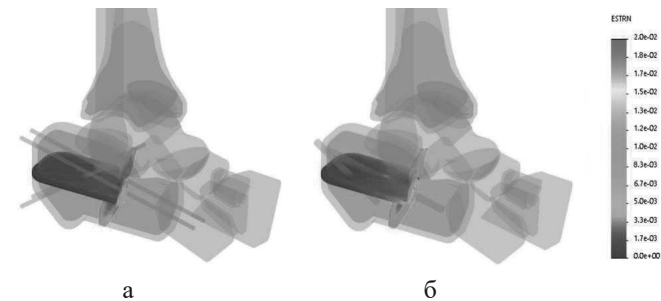


Рис. 4.35 Розподіл відносних деформацій на фіксуючих елементах моделі остеосинтезу язикоподібного перелому п'яtkової кістки спицями (а) та гвинтами (б)

Проведені розрахунки визначили, що остеосинтез відламків п'яtkової кістки спицями викликає відносні деформації в кістковому регенераті, значення яких варіюють від 0,1% до 0,9%. При остеосинтезі гвинтами величини відносних деформацій досягають максимального значення 1,9%.

З цього випливає, що навантаження при остеосинтезі п'яtkової кістки гвинтами призводить до виникнення відносних деформацій в кістковому регенераті, які по величині перевищують аналогічні показники для моделі з остеосинтезом спицями, практично, у всіх контрольних точках моделей.

Далі провели дослідження з розподілу відносних деформацій в моделі ЗВС при моделюванні різних способів остеосинтезу перелому п'яtkової кістки імпресійного типу. Чисельний аналіз демонструє незначну перевагу фіксації спицями імпресійного типу перелому п'яtkової кістки, порівняно з фіксацією гвинтами за критерієм величини відносних деформацій в кістковому регенераті, практично у всіх контрольних точках. При остеосинтезі спицями величини відносних деформацій досягають максимального значення від 0,4% до 1,7%, гвинтами – від 0,5% до 1,9% (рис. 4.36).

Дослідження НДС моделей ЗВС визначило, що фіксація відламків п'яtkової кістки спицями дозволяє отримати нижчі величини максимальних напружень в кісткових елементах стопи і деформацій в кістковому регенераті,

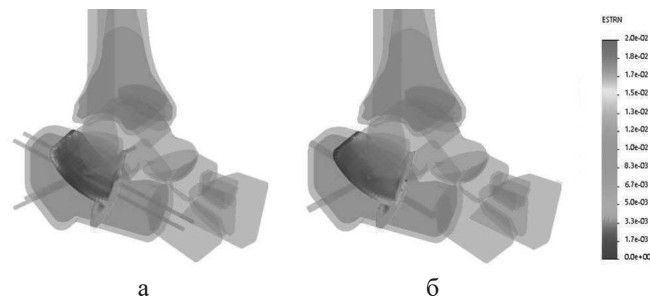


Рис. 4.36 Розподіл відносних деформацій на фіксуючих елементах моделі остеосинтезу імпресійного перелому п'яткової кістки спицями (а) та гвинтами (б)

чим фіксація переломів гвинтами. Жорсткість фіксації кісткових фрагментів під дією поодиноких зосереджених сил та моментів, що діють на вільний кінцевий перетин, при остеосинтезі розглянутих типів переломів п'яткової кістки спицями перевищує остеосинтез гвинтами в 2,19 рази ($p > 0,05$). Вважаємо також, що отримані результати комп'ютерного моделювання узгоджуються з даними літератури (М.Е. Купітман та ін., 2014; А.В. Скороглядов та ін., 2015).

4.2.1.3 Результати застосування аксіальної репозиції при лікуванні пацієнтів із внутрішньосуглобовими переломами п'яткової кістки

На початку впровадження способу, а саме, репозиційного остеосинтезу, ми використали ЗОІР п'яткової кістки у хворих з супутньою соматичною патологією та хронічних захворюваннями периферичних судин нижніх кінцівок. ЗОІР п'яткової кістки виконали протягом 2–4 діб після надходження в стаціонар, техніка якої детально описана вище. Після вправлення в якості зовнішньої іммобілізації використали "вікончату" гіпсову пов'язку (чобіток) в положенні стопи під 90° . Пацієнтам дозволяли ходьбу з перших днів після аксіальної репозиції за допомогою милиць без вагового навантаження на пошкоджену стопу. Навколо перкутанно проведених спиць розміщували

марлеві серветки, які щотижня змінювали. Через 6 тижнів з моменту операції спиці видаляли, а іммобілізацію продовжували протягом 10–12 тижнів. Ефективність застосування модифікованої ЗОІР за Westhues/Essex-Lopresti представлена ілюстраціями позитивних клінічних прикладів всіх типів внутрішньосуглобових переломів п'яткової кістки (рис. 4.37-а, б, в).

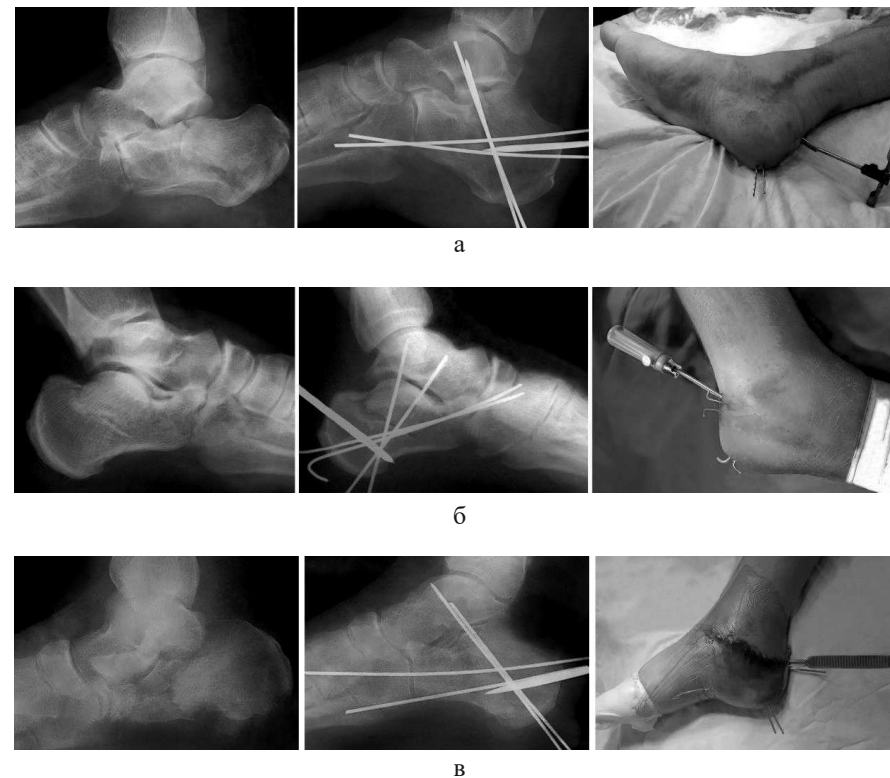


Рис. 4.37 Фотовідбитки рентгенограм і зовнішній вигляд стоп після ЗОІР язикоподібного (а), імпресійного (б) і відкритого роздробленого (в) типів переломів п'яткової кістки

4.2.2 Комбінований остеосинтез п'яткової кістки

Виявлені недоліки клінічної апробації способу допомогли знайти шляхи для його удосконалення, в результаті чого розроблені пристрої керованої зовнішньої фіксації на стрижневій основі. Подальше удосконалення призвело до застосування у молодих і середнього віку пацієнтів, а також у хворих вікової категорії понад 60 років комбінованого остеосинтезу за допомогою АЗФ після проведення ЗОІР п'яткової кістки.

Розширивши можливості застосування перкутанної аксіальної репозиції при імпресійних і роздроблених переломах ми відповідно впровадили репозиційний комбінований остеосинтез, який складається з двох етапів:

— перший етап полягав у дистракційній хірургії, заснованої на ефекті лігаментотаксису, де основним механізмом непрямой репозиції є низведення п'яtkового горба шилом і фіксація уламків пучком спиць трансартикулярно через таранно-п'ятковий та п'ятково-кубоподібний суглоби;

— на другому етапі після ЗОІР, незважаючи на доведену біомеханічну стабільність фіксації уламків п'яткової кістки в експерименті (розділ 4), накладали АЗФ з метою додаткової стабілізації для збереження рухів у гомілковостопному суглобі. Шляхом перехресного проведення спиць у фронтальній площині через п'ятковий горб і плеснові кістки фіксували їх в натягнутому стані в півкільцях зовнішнього пристрою (рис. 4.38).

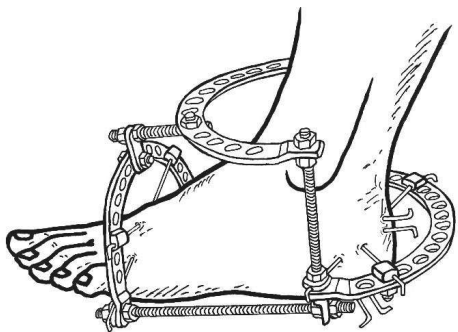


Рис. 4.38 Схема комбінованого остеосинтезу переломів п'яткової кістки

Показанням до застосування комбінованого остеосинтезу були всі типи внутрішньосуглобових переломів при значенні кута Böhler менше 20° та наявності протипоказань до ORIF з різних причин.

Техніка репозиції. На операційному столі в положенні хворого на здоровому боці перший асистент утримує напівігнуті кульшовий і колінний суглоби пошкодженої кінцівки, а передній відділ стопи в максимальному еквінусі. Після знеболювання і обробки операційного поля клініцист спочатку мануально усуває грубе зміщення уламків п'яткової кістки у фронтальній площині по ширині і під кутом (вальгусне, варусну). Подальші його дії, пов'язані з технікою виконання репозиції, залежать від типу переломів п'яткової кістки і виду зміщення суглобових поверхонь.

Так, при язикоподібному типі перелому п'яткової кістки (рис. 4.39-а), незалежно від наявності ран, фліктен чи набряку, описаний вище спосіб ЗОІР дозволяє низвести п'ятковий бугор і таким чином відновити кут Böhler до норми. Згідно отриманих на операційному столі контрольних даних ЕОП у бічній проекції стопи визначають якість відновлення суглобових поверхонь ПТС і величину кута Böhler, (рис. 4.39-б).

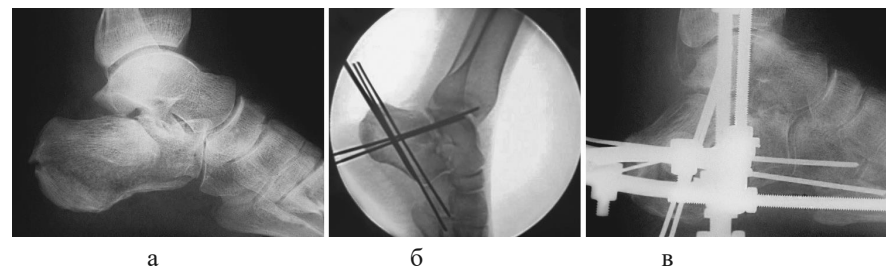


Рис. 4.39 Фотовідбитки рентгенограм язикоподібного перелому п'яткової кістки: а – при надходженні; б – після ЗОІР; в – після комбінованого остеосинтезу

Результат аксіальної репозиції полягає в тому, що форма ЗВС змінюється: формується поздовжнє склепіння стопи, поперечний розмір п'яти значно зменшується і візуально визначається западання м'яких тканин під зовнішньою кісточкою, яка стає добре оконтурованою, як у нормі. У разі вдалого

відновлення анатомії п'яткової кістки вільні кінці проведених транскутанно спиць згинають під кутом 90° з метою попередження їх міграції та нагляду за ними. Закінчують оперативне втручання накладенням АЗФ (рис. 4.39-в).

Власний практичний досвід на підставі клінічних спостережень дозволяє нам стверджувати про можливість застосування ЗОІР імпресійних переломів при *другому* виді зміщення ЗСФ (рис. 4.40-а).

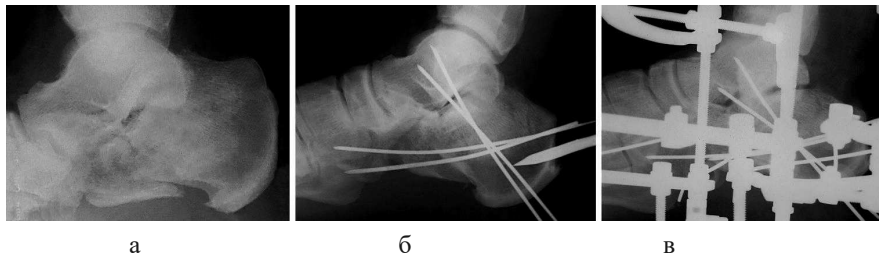


Рис. 4.40 Фотовідбитки рентгенограм імпресійного перелому п'яткової кістки:
а – при надходженні; б – після ЗОІР; в – після комбінованого остеосинтезу

За допомогою дрilі виконують трансартикулярну фіксацію уламків п'яткової кістки спицями за такими ж анатомічними орієнтирами напрямку проведення, як описано вище. Якість досягнутого положення уламків підтверджують шляхом застосування контрольної рентгенографії на операційному столі (рис. 4.40-б). Закінчують оперативне втручання накладенням АЗФ за вище приведеною технікою (рис. 4.40-в).

Після репозиції роздроблених переломів п'яткової кістки (рис. 4.41-а) відламки фіксують черезшкірно спицями Ілізарова, проведеними також і в такому ж напрямі за анатомічними орієнтирами, як описано вище. На операційному столі за допомогою ЕОП визначають якість відновлення ПТС і величину кута Böhler (рис. 4.41-б). Закінчують оперативне втручання накладенням АЗФ (рис. 4.41-в).

Позитивний клінічний результат комбінованого остеосинтезу можливо отримати в перші години і дні після надходження в стаціонар, але не більше 2 тижнів з моменту травми.

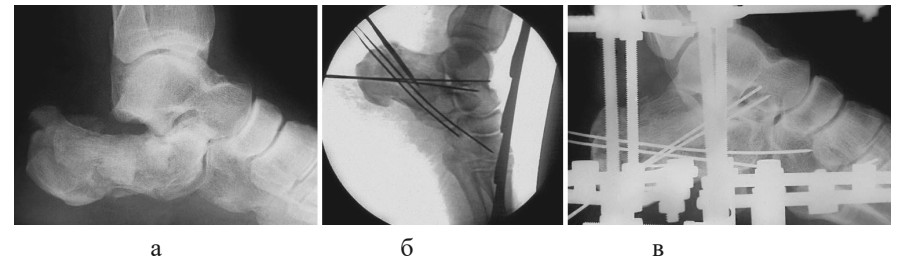


Рис. 4.41 Фотовідбитки рентгенограм роздробленого перелому п'яткової кістки:
а – при надходженні; б – після ЗОІР; в – після комбінованого остеосинтезу

У випадках невдалого первинного виконання ЗОІР, останню необхідно повторити з урахуванням попередніх недоліків, що призводить до значного поліпшення результату. Пацієнтам дозволяють рухи в гомілковостопному суглобі і ходьбу з перших днів після операції за допомогою милиць без вагового навантаження на пошкоджену стопу. Перкутанно проведені спиці видаляють через 6 тижнів з моменту репозиції, а іммобілізацію АЗФ продовжують до 10–12 тижнів. Для ілюстрації приводимо клінічний приклад.

Хворий П., 43 років, і/х №2648, надійшов у клініку 24.02.2019 р. з діагнозом: закритий язикоподібний перелом лівої п'яткової кістки зі зміщенням II ступеня (кут Böhler 10°). Травму отримав у побуті, впавши з драбини. При надходженні проведені клінічні обстеження та променеві дослідження (рис. 4.42).



Рис. 4.42 Фотовідбитки рентгенограм та КТ стопи при надходженні

Виявлене в анамнезі хронічне захворювання периферичних судин, у зв'язку з чим виконана ручна репозиція п'яtkової кістки та накладена гіпсова пов'язка. У зв'язку з незадовільним стоянням уламків після ручної репозиції хворому 26.02.2019 р. була виконана операція – комбінований остеосинтез лівої п'яtkової кістки за нашою методикою. ЗОІР п'яtkової кістки була досягнута на операційному столі (кут Böhler 30°), після чого додаткова стабілізація уламків проведена шляхом накладання АЗФ (рис. 4.43).

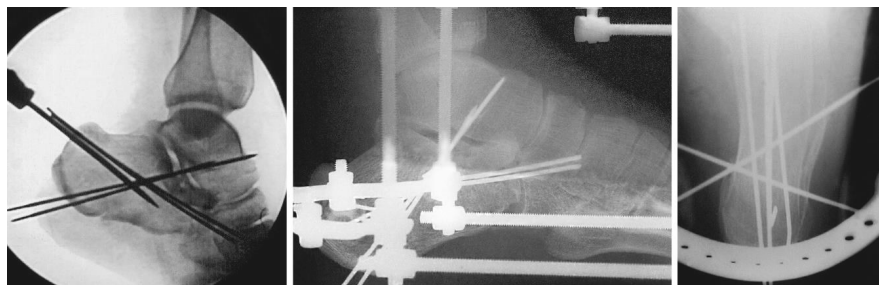


Рис. 4.43 Фотовідбитки рентгенограм стопи після операції

Післяопераційний період проходив без ускладнень. На наступний день після операції отримував фізіо-функціональне лікування. Через 5 днів при виписці зі стаціонару на амбулаторне лікування обсяг рухів у гомілковостопному суглобі склав S: 0/5°/40° (рис. 4.44).



Рис. 4.44 Зовнішній вигляд стопи і функціональний результат після операції

На контрольних рентгенограмах через 12 тижнів після операції ознаки консолідації, апарат демонтований. Хворий через 1,5 року після травми

пройшов клініко-рентгенологічне обстеження, скарг не було, болю і набряку в області ЗВС не виявлено, амплітуда рухів у гомілковостопному суглобі склала S: 15°/0/45°, у ПТС в межах 15°. Анатомо-функціональний результат за шкалою AOFAS оцінений як відмінний, склавши 90 балів, за опитувальником FFI – 5 балів (рис. 4.45).



Рис. 4.45 Фотовідбитки контрольних рентгенограм, зовнішній вигляд стопи і функціональний результат через 1,5 року після лікування

Таким чином, модифікована нами техніка ЗОІР за Westhues/Essex-Lopresti досить проста і дозволяє виконувати операції без істотного ризику, особливо у пацієнтів зі скомпрометованим місцевим і загальним статусом. Методика комбінованого остеосинтезу не вимагає додаткових матеріальних витрат та за наявності ЕОП, а також стандартного набору Ілізарова може бути рекомендована як метод вибору тактики лікування переломів п'яtkової кістки. В ургентному чи плановому порядку технічно можливе її здійснення в будь-якому медичному закладі травматологічного профілю.

4.2.3 Черезкістковий остеосинтез п'яткової кістки

У вітчизняній практиці серед оперативних методик лікування переломів ЧКО займає особливе місце, оскільки забезпечує можливість закритого управління відламками, стабільну їх фіксацію і високу функціональність при малій травматичності. Не дивлячись на наявні переваги, все ж даний метод зовнішньої фіксації отримав визнання, як переважний, при лікуванні відкритих переломів. Багаточисельні пристрої для ЧКО переломів п'яткової кістки оригінальної конструкції не позбавлені, на жаль, ряду істотних недоліків.

Аналіз результатів ЗОІР та комбінованого остеосинтезу показав, що є в розробленій методиці обмеження технічного характеру, які не дозволяють при імпресійному переломі п'яткової кістки (*перший* вид зміщення) досягти бажаної репозиції. На наш погляд, при цьому напрям репонуючих зусиль в сагітальній площині не збігається з лінією зламу, внаслідок чого, так званий, ефект "лігаментотаксису" не реалізується (рис. 4.46).

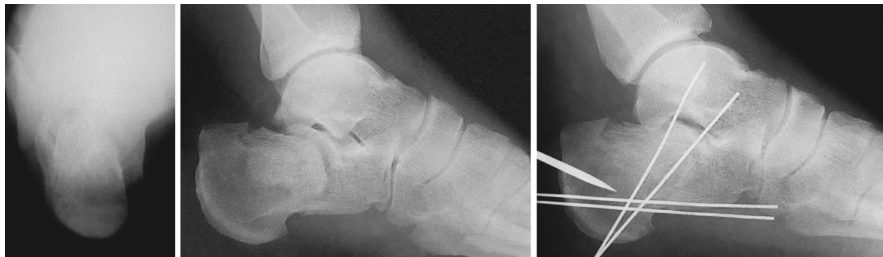


Рис. 4.46 Контрольні рентгенограми стопи після невдалої ЗОІР імпресійного перелому п'яткової кістки (*перший* вид зміщення)

На підставі наших клінічних спостережень удосконалено техніку комбінованого остеосинтезу шляхом використання поетапної репозиції даного виду зміщення. Для відновлення поверхні ЗСФ застосували в апараті репонуючий гвинт-стрижень, який вводили у фронтальній площині в латеральну частину ЗСФ, що змістилася (рис. 4.47-а). Дистракцією в апараті під контролем ЕОП репонували суглобову поверхню задньої фасетки п'яткової

кістки, після чого стрижень проводили глибше у внутрішню її частину і подальшою дистракцією виконували дезімпацію всієї ЗСФ, відновлюючи висоту і водночас кут Böhler (рис. 4.47-б).

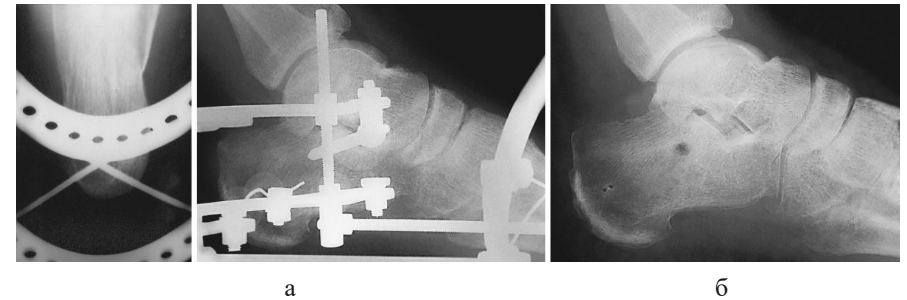


Рис. 4.47 Фотовідбитки контрольних рентгенограм стопи після комбінованого остеосинтезу (а) п'яткової кістки та після лікування (б)

Враховуючи виявлені недоліки ЗОІР та комбінованого остеосинтезу, нами удосконалено та впроваджено пристрій на спице-стрижневій основі, який отримав статус корисної моделі (патент України № 126436 від 25.06.2018).

Досвід використання пристрою показав добру зовнішню керованість відламками у фронтальній площині при імпресійному переломі п'яткової кістки. Проте при язикоподібному переломі застосування гвинт-стрижня, введеного в сагітальній площині в п'ятковий горб показало, що за рахунок шарнірних з'єднань його низведення, аналогічно аксіальній репозиції за Westhues/Essex-Lopresti, призводить до підвиху ЗСФ дозад (рис. 4.48).

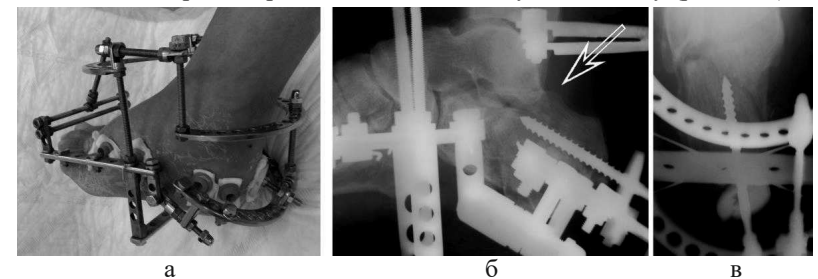


Рис. 4.48 Зовнішній вигляд стопи в апараті (а), фотовідбиток рентгенограм в бічній (б) і аксіальній (в) проєкціях після операції

У зв'язку з виявленою обставиною нами проведено біомеханічний аналіз з метою з'ясувати та усунути технічні помилки, що виникли у даної зовнішньої конструкції. В результаті кінематичного аналізу переміщень відламків кісток у момент перелому та механіки їх рухів при низведенні п'яtkового горба гвинт-стрижнем в апараті встановлено, що причиною підвивиху ЗСФ дозаду є недоцільне геометричне розташування в досліджуваному пристрої шарнірів, які є центром обертання при повороті гвинт-стрижня.

Зміщення уламків при утворенні язикоподібного типу перелому відповідає механізму на рис. 4.49: переміщення п'яtkового горба з початкового положення (рис. 4.49-а) під ударною дією латерального відростка таранної кістки донизу в *sinus tarsi* і тягою Ахіллова сухожилля доверху, як показано на рис. 4.49-б, здійснюється поворот відносно центру обертання в точці O_1 .

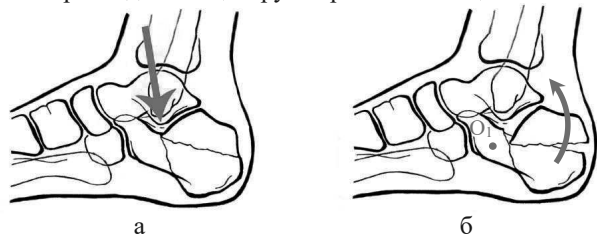


Рис. 4.49 Схема зміщення язикоподібного уламку при переломі п'яtkової кістки

Для вправлення зміщеного в сагітальній площині язикоподібного уламку (рис. 4.50-а) в анатомічне положення, необхідно забезпечити його поворот в протилежну сторону відносно того ж центру обертання в точці O_1 (рис. 4.50-б).

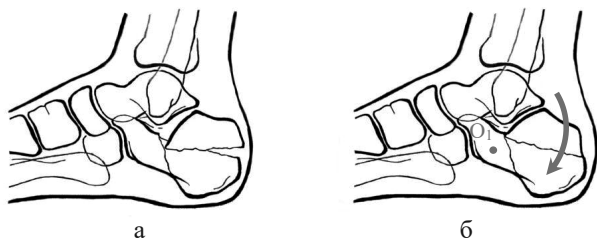


Рис. 4.50 Схема напрямку репонуючих зусиль на відновлення анатомії п'яtkової кістки при язикоподібному переломі

Проте, через геометрію конструктивних елементів досліджуваного апарату і місця розташування шарнірного з'єднання, репозиція п'яtkової кістки, при її зміщенні (рис. 4.51-а), за допомогою стрижня, відповідно до законів механіки, відбувається з поворотом, відносно точки обертання O_2 , яка знаходиться в центрі шарніра, що і призводить під час низведення п'яtkового горба до підвивиху ЗСФ дозаду (рис. 4.51-б).

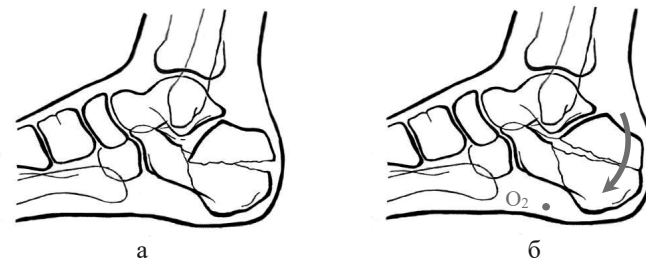


Рис. 4.51 Схема утворення підвивиху задньої суглобової фасетки в пристрої

Відповідно до виявленої на практиці технічної причини, яка відбилася на можливостях якісної репозиції язикоподібних переломів, нами удосконалено і впроваджено в клінічну практику пристрій та техніка керованої зовнішньої фіксації усіх типів внутрішньосуглобових переломів п'яtkової кістки, який отримав статус корисної моделі (патент України № 140187 від 10.02.2020).

4.2.3.1 Опис пристрою

Пристрій для ЧКО переломів п'яtkової кістки відноситься до зовнішніх керованих стрижневих фіксаторів, зібраних на основі деталей апарату "Остеомеханік" (І.А. Катаєв та ін., 1995). Конструкція складається з гвинтової шпильки **1** $\varnothing 6 \times 100$ мм та сегменту кільця однієї чверті кола **2**, на яких розташовані стрижнефіксатори **3**, **4** з двома взаємоперпендикулярними отворами у вигляді "кубика" (А.Н. Костюк, 1990) розміром $15 \times 11 \times 8$ мм; подібного ним фіксатора **5** розміром $15 \times 16 \times 8$ мм та стрижнефіксаторів **6**, **7**, **8**, **9** у вигляді напівшарнірних кронштейнів, які за допомогою сполучних гайок

фіксують гвинт-стрижні 10, 11, 12, 13, 14 $\varnothing 4 \times 80$ мм із заглибною шнековою різьбою на одному кінці та різьбою під гайки М5 на іншому (рис. 4.52).

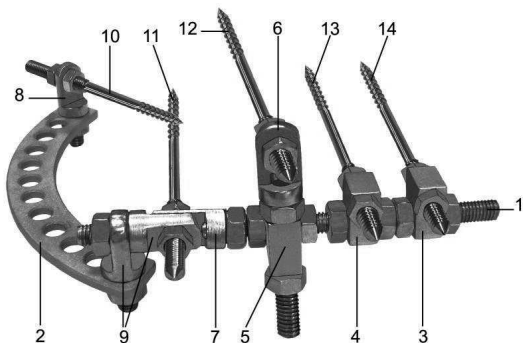


Рис. 4.52 Пристрій для ЧКО переломів п'яткової кістки

Розробляючи пристрій і техніку остеосинтезу переломів п'яткової кістки, ми виходили з того, що необхідно створити умови, при яких за допомогою репонуючого вузла буде нагода здійснити низведення п'яткового горба, використовуючи техніку репозиції за Westhues / Essex-Lopresti.

У результаті, при всіх типах внутрішньосуглобових переломів п'яткової кістки в розробленому пристрої закладений принцип реалізації авторського способу перкутанної техніки аксіальної репозиції з використанням знімного репонуючого вузла (рис. 4.53).

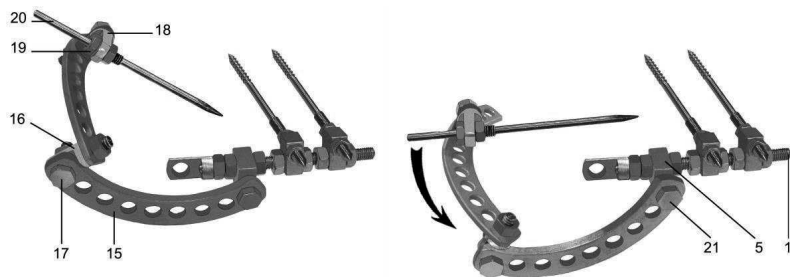


Рис. 4.53 Знімний репонуючий вузол в пристрої для стрижневої керованої фіксації переломів п'яткової кістки
(можливість низведення показана стрілкою)

Репонуючий вузол складається з двох сегментів кільця однієї чверті кола 15, сполучених між собою під кутом 90° напівшарнірним кронштейном 16 за допомогою болта 17 з розміщеними на ньому двома напівшарнірними кронштейнами 18, таких, що кріплять канюльований болт 19, через який проводять шило 20. Рухливість репонуючого вузла 15 в сагітальній площині під кутом відносно гвинтової шпильки 1 забезпечує шарнірне з'єднання – фіксатор 5 та болт 21.

Зв'язок з об'єктом дослідження "фіксатор–п'яткова кістка" (рис. 4.54) здійснюють шляхом проведення у фронтальній площині в тіло кубоподібної кістки і передній відділ п'яткової кістки стабілізуючих гвинт-стрижнів 1, 2. Пристрій вмонтовують без сегменту кільця однієї чверті кола на ці гвинт-стрижні через отвори фіксаторів 3, 4, розташованих на гвинтовій шпильці 5 зовнішньої опори, які знаходяться в розслабленому стані. Утримуючи гвинтову шпильку 5 паралельно зовнішній поверхні стопи, її стабілізацію проводять послідовним затягуванням гайок на гвинт-стрижнях 1, 2 і стрижнефіксаторах 3, 4. Потім до фіксатора 6 на зовнішній опорі шарнірно кріплять знімний репонуючий вузол 7 за допомогою болта 8.

На прикладі язикоподібного типу перелому п'яткової кістки представлена послідовність репозиції і фіксації кісток стопи у пристрої. Пальпаторно визначають вершину задньої поверхні п'яткового горба, проводять через канюльований болт 9 шило 10, яке вводять в сагітальній площині і занурюють його на глибину орієнтовно до sinus tarsi (рис. 4.54-а).

Оскільки з'єднання знімного репонуючого вузла 7 із зовнішньою опорою 5 через фіксатор 6 знаходиться у розслабленому стані, то репозицію виконують шляхом мануального низведення вільного кінця шила 10 в напрямі зверху вниз, аналогічно методиці за Westhues / Essex-Lopresti, що призводить до відновлення кута Böhler. Затискаючи болт 8 між репонуючим вузлом 7 і фіксатором 6 на зовнішній опорі 5 здійснюють стабілізацію кісток стопи у пристрої (рис. 4.54-б).

При вдалому відновленні анатомії п'яткової кістки введенням гвинт-стрижня 11 забезпечують стабілізацію задньо-латеральної частини її горба,

який фіксують в стрижнефіксаторі 12, після чого шило 10 і знімний репонуючий вузол 7 видаляють (рис. 4.54-в).

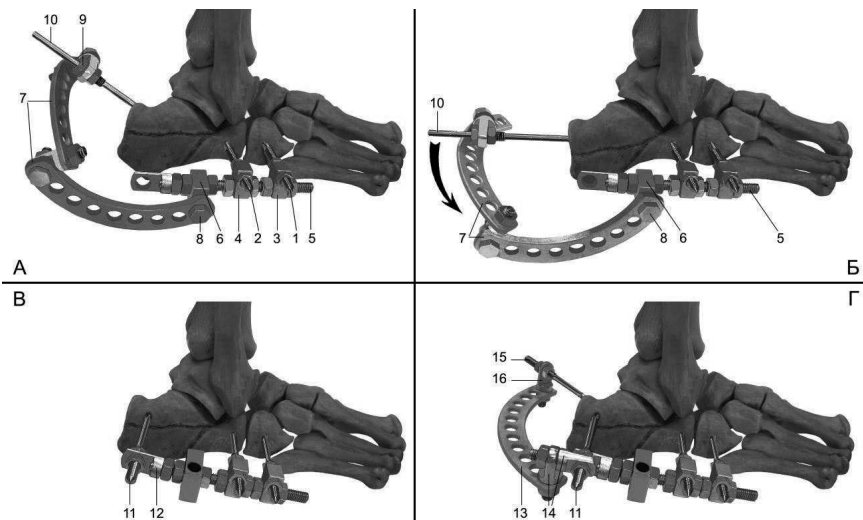


Рис. 4.54 Етапи вправлення знімним репонуючим вузлом (а, б) та фіксація язикоподібного перелому п'яткової кістки у пристрої (в, г)

Потім до різьбової частини гвинт-стрижня 11 кріплять сегмент кільця однієї чверті кола 13 за допомогою напівшарнірних кронштейнів 14 і проводять також гвинт-стрижень 15 в задньо-медіальну частину горба п'яткової кістки, фіксуючи його в стрижнефіксаторі 16 (рис. 4.54-г).

Імпресійний перелом п'яткової кістки, залежно від виду зміщення, також має свої особливості репозиції в розробленому пристрої. Так, при *першому* виді зміщення (частковій імпресії зовнішньої 1/2–2/3 частини) ЗСФ в тіло п'яткової кістки відновлення співвідношень суглобових поверхонь таранно-п'яткового суглоба і висоти п'яткової кістки починають з проведення репонуючого гвинт-стрижня 1 у фронтальній площині лише в латеральну частину зміщеного відламка (рис. 4.55).

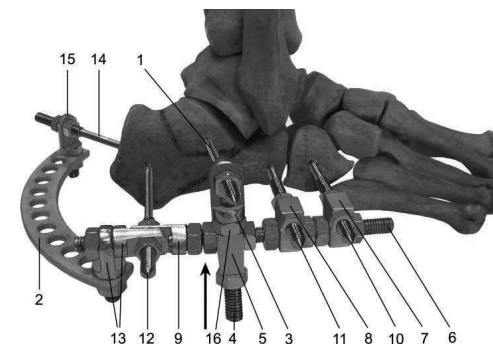


Рис. 4.55 Етапи вправлення і фіксації в пристрої імпресійного перелому п'яткової кістки

Пристрій без сегменту кільця однієї чверті кола 2 вмонтовують на репонуючий гвинт-стрижень 1 через отвір стрижнефіксатора 3, який в розслабленому стані фіксується на кінці гвинтової шпильки 4, розташованої у фіксаторі 5. Утримуючи зовнішню опору паралельно латеральній поверхні стопи, її стабілізацію проводять шляхом затягування гайок на гвинт-стрижні 1, фіксаторі 5 і гвинтовій шпильці 6. Послідовно через отвори стрижнефіксаторів 7, 8, 9, що знаходяться на гвинтовій шпильці 6, укручують стабілізуючі гвинт-стрижні в тіло кубоподібної кістки 10, передній відділ п'яткової кістки 11 і задньо-латеральну частину п'яткового горба 12, які фіксують гайками. Потім після закріплення до різьбової частини гвинт-стрижня 12 сегменту кільця однієї чверті кола 2 за допомогою напівшарнірних кронштейнів 13, укручують стабілізуючий гвинт-стрижень 14 в задньо-медіальну частину п'яткового горба з подальшою його фіксацією в стрижнефіксаторі 15.

Репозиція в пристрої досягається в два етапи. Починають її шляхом зворотних рухів (дистракції), яка відбувається при переміщенні гайками 16 гвинтової шпильки 4 уздовж фіксатора 5 відносно зовнішньої опори 2, 6 по висоті. За рахунок розподільних зусиль, що надаються на латеральну частину ЗСФ, відбувається рух, направлений в протилежну сторону, приводячи до елевації втиснутого уламка. Після досягнення репозиції (конгруентності

суглобових поверхнь) на контрольній рентгенограмі завершальним етапом є подальше занурення репонуючого гвинт-стрижня **1** в медіальну частину ЗСФ п'яткової кістки. При distraкції відбувається дезімпація всієї втиснутої ЗСФ з відновленням кута Böhler і, відповідно, висоти п'яткової кістки.

Репозиція імпресійного (*другий* вид зміщення) перелому п'яткової кістки в розробленому пристрої може відповідати техніці вправлення язикоподібного типу з використанням репонуючого вузла. Можливо також спочатку в центральну частину ЗСФ, що цілком втиснута в тіло п'яткової кістки, у фронтальній площині провести по всій її ширині репонуючий гвинт-стрижень **1**, потім стабілізуючі гвинт-стрижні **10, 11, 12, 14**, на яких монтують апарат. Подальшою distraкцією гвинт-стрижем **1** досягають дезімпації ЗСФ, потім пристрій стабілізують.

За результатами технічних можливостей, ми прийшли до висновку, що керована стрижнева фіксація переломів п'яткової кістки дозволяє провести малоінвазивний остеосинтез незалежно від сторони пошкодження (права або ліва стопа), відновити анатомію всіх типів переломів і забезпечити стабільну фіксацію відламків на термін, необхідний для зрощення, зберігаючи при цьому функцію гомілковостопного і підтаранного суглобів. Достовірність наших спостережень підтверджують розрахунки, отримані в результаті порівняльного математичного моделювання накісткового та черезкісткового остеосинтезу двох типів переломів п'яткової кістки.

4.2.3.2 Біомеханічне обґрунтування застосування зовнішнього пристрою для черезкісткового остеосинтезу п'яткової кістки

На початковому етапі отримана вихідна інформація на підставі реальних зразків п'яткових кісток дорослої людини для побудови комп'ютерних моделей об'єктів дослідження і 3D-модель, що адекватно відображає геометрію п'яткової кістки. Виходячи з поставленої мети, дослідження проводилися на об'ємній моделі ЗВС. На математичній моделі моделювали два типи переломів п'яткової

кістки в двох площинах, згідно відповідним напрямкам первинної та вторинної лінії зламу (рис. 4.56).

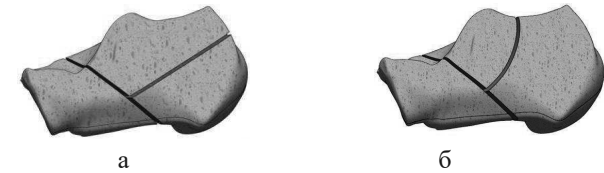


Рис. 4.56 Моделі типів переломів п'яткової кістки:
а – язикоподібний; б – імпресійний

Натурні моделі переломів розділили на дві групи, в кожній з яких виконували комп'ютерне моделювання фіксації кісткових фрагментів методом черезкісткового і накісткового остеосинтезу.

У першій групі розглядали модель стрижневого пристрою зовнішньої фіксації, виконану у вигляді гвинтової шпильки $\varnothing 6 \times 100$ мм, сегменту кільця однієї чверті кола (ширина 16 мм; товщина 3 мм) з рівномірними отворами $\varnothing 8$ мм і стрижнефіксаторів, в отворах яких знаходяться гвинт-стрижні $\varnothing 4 \times 80$ мм з механічними властивостями титанового сплаву VT-16 (рис. 4.57).

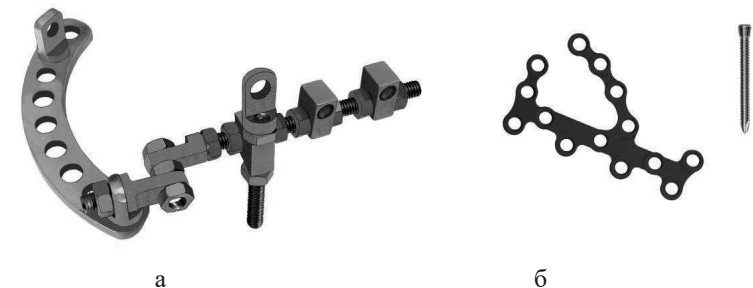


Рис. 4.57 Об'єкти дослідження:
а) стрижневий фіксатор; б) LCP пластина

Вочевидь, що за конструктивною схемою в першій групі представлений пристрій відноситься до складних просторових систем. З точки зору механіки такі системи є просторовими конструкціями з набору товстостінних дугових пластин з отворами, стрижнями і різьбовими з'єднаннями

Друга група представлена моделлю LCP пластини "Rimbus" (Німеччина), 12 отворів, товщина 2 мм, довжина 69 мм, блокуючі гвинти $\varnothing 3,5$ мм з механічними властивостями титанового сплаву Ti6Al4V, особливістю якої є можливість застосування незалежно від сторони пошкодження стопи.

У досліджуваних конструкціях другої групи дискретно змінюються поперечна жорсткість елементів, є гнучкі елементи і концентратори напружень, а при введенні в кістку збільшується ступінь внутрішньої статичної невизначеності. Геометричні моделі досліджуваних конструкцій представлені на рис. 4.58-4.59.

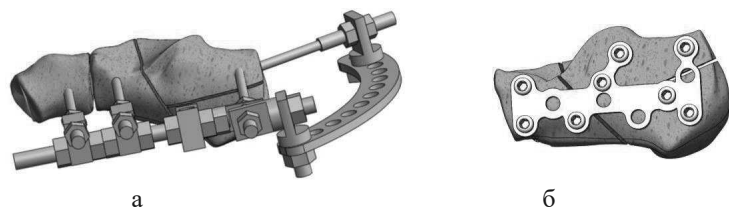


Рис. 4.58 Геометричні моделі язикоподібного перелому п'яткової кістки:
а) модель фіксації стрижневим пристроєм, б) модель фіксації пластиною

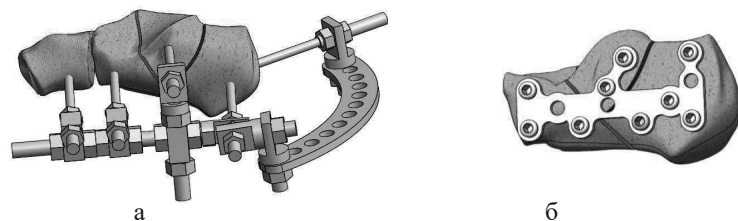


Рис. 4.59 Геометричні моделі імпресійного перелому п'яткової кістки:
а) модель фіксації стрижневим пристроєм, б) модель фіксації пластиною

При виконанні чисельного експерименту початковим етапом в кінцево-елементному аналізі порівнюваних конструкцій була побудова геометричної і кінцево-елементної моделей. Геометрична модель повинна відповідати типові елементу, який використовуватиметься при кінцево-елементному розбитті. Геометричні і кінцево-елементні моделі досліджуваних об'єктів виконані на

підставі реальних фіксаторів, що дозволило максимально точно відобразити їх конструктивні особливості. Геометрична модель дозволяє відобразити форму і розміри конструкції, що розраховуються, а кінцево-елементна модель містить в собі повну інформацію про розташування вузлів і кінцевих елементів, а також про взаємозв'язки між окремими вузлами і елементами.

На рис. 4.60-4.61 представлені кінцево-елементні моделі об'єктів дослідження черезкісткового та накісткового остеосинтезу п'яткової кістки.

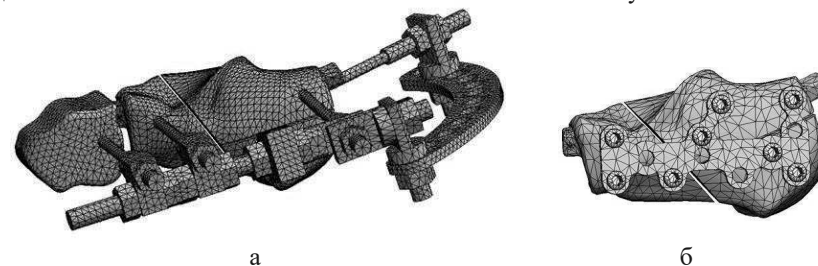


Рис. 4.60 Кінцево-елементні моделі язикоподібного перелому п'яткової кістки:
а) модель фіксації стрижневим пристроєм, б) модель фіксації пластиною

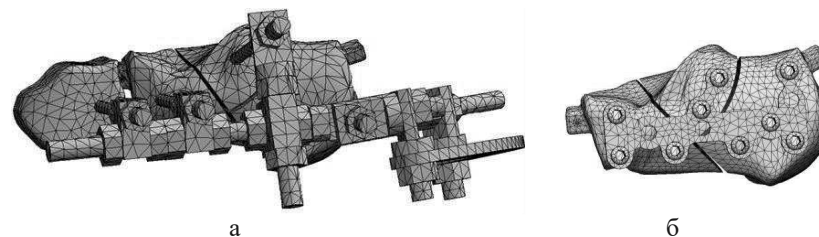


Рис. 4.61 Кінцево-елементні моделі імпресійного перелому п'яткової кістки:
а) модель фіксації стрижневим пристроєм, б) модель фіксації пластиною

Елементи класифікуються таким чином: об'ємний (3D) елемент, вживаний при вирішенні завдань механіки деформуючого твердого тіла, визначається вісьма вузлами, кожен з яких має три ступеня свободи – лінійні зміщення в напрямках осей X, Y, Z вузлової системи координат.

В якості зовнішніх навантажень і обмежень до відламків двох типів переломів п'яtkової кістки прикладалися поодинокі зосереджені сили і моменти, що діють на вільний кінцевий перетин.

Основним завданням розрахунку даних конструкцій була оцінка їх НДС. В результаті розрахунків по кожному з типів пошкоджень і варіантів остеосинтезу визначені параметри НДС, максимальні значення яких приведені в табл. 4.6.

Таблиця 4.6

Максимальні значення параметрів НДС

Параметри ПДВ	Язиковидібний перелом		Імпресійний перелом	
	стрижневий пристрій	металева пластина	стрижневий пристрій	металева пластина
URES (мм)	0,339	0,149	0,2958	0,2344
ESTRN	0,03136	0,03314	0,03535	0,03231
$\sigma_{\text{екв}}$ (МПа)	110	115	113	109

Деякі приклади епюр параметрів НДС в конструкціях моделей стрижневого пристрою та LCP пластини приведені на рис. 4.23-4.24.

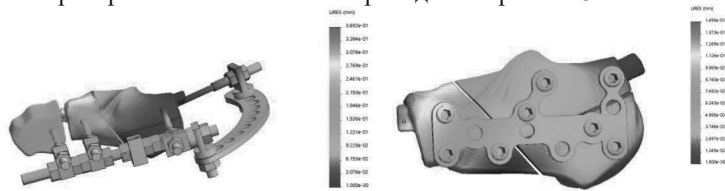


Рис. 4.62 Язиковидібний тип перелому: сумарні переміщення у конструкціях при використанні МКЕ (мм)

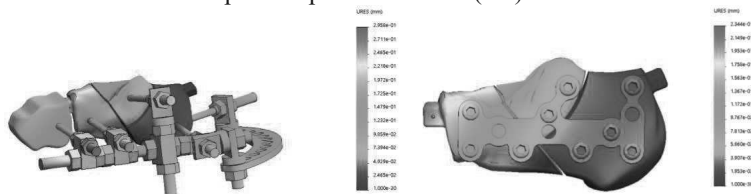


Рис. 4.63 Імпресійний тип перелому: сумарні переміщення у конструкціях при використанні МКЕ (мм)

За результатами чисельного експерименту отримані наступні величини НДС при різних моделях типів переломів і варіантах використаних комп'ютерних моделей конструкцій для черезкісткового та накісткового остеосинтезу п'яtkової кістки. Співвідношення величин відносних деформацій п'яtkової кістки при різних варіантах фіксації уламків у разі язиковидібногo перелому представлені в табл. 4.7.

Таблиця 4.7

Матриця співвідношень відносних деформацій п'яtkової кістки при язиковидібногo типі перелому

Відносна деформація	стрижневий пристрій $\varepsilon_{\text{ясу}} = 0,00464$	металева пластина $\varepsilon_{\text{яп}} = 0,00204$
стрижневий пристрій $\varepsilon_{\text{ясу}} = 0,00464$	1	0,44
металева пластина $\varepsilon_{\text{яп}} = 0,00204$	2,28	1

Різні варіанти фіксації відламків імпресійного перелому п'яtkової кістки і співвідношення величин відносних деформацій представлені в таблиці. 4.8.

Таблиця 4.8

Матриця співвідношень відносних деформацій п'яtkової кістки при імпресійногo типі перелому

Відносна деформація	стрижневий пристрій $\varepsilon_{\text{ясу}} = 0,00405$	металева пластина $\varepsilon_{\text{яп}} = 0,00321$
стрижневий пристрій $\varepsilon_{\text{ясу}} = 0,00405$	1	0,79
металева пластина $\varepsilon_{\text{яп}} = 0,00321$	1,26	1

Отримані дані в представлених таблицях вказують на те, що параметри жорсткості стрижневого фіксатора і металевої пластини одного порядку, оскільки значення напружень, лінійних переміщень та деформацій близькі. Відносні деформації фрагментів п'яtkової кістки при фіксації пластиною за

результатами розрахунків складають 44–79% від величин відносних деформацій при фіксації в стрижневому пристрої, відповідно, язикоподібного та імпресійного типів переломів.

У свою чергу, величини відносних деформацій в стрижневому пристрої перевищують величини відносних деформацій п'яtkової кістки при використанні металевої пластини в 1,26–2,28 рази. Настільки малі абсолютні величини деформацій, відповідно, при імпресійному і язикоподібному переломах не мають визначального значення. Проте, не дивлячись на ці величини, стрижневий пристрій все ж включає цілий ряд інших переваг нетехнічного характеру.

Таким чином, розроблений нами пристрій для зовнішньої стрижневої фіксації різних типів переломів п'яtkової кістки в ході дослідження показав достатню жорсткість фіксації, яка не поступається класичному накістковому остеосинтезу, при цьому технічно має в медичному аспекті ряд інших переваг, що впливають безпосередньо на результат лікування.

Вважаємо, що отримані результати комп'ютерного моделювання співставленні з даними літератури і думкою авторів (M. Pezzoni et al., 2009) про те, що техніка закритої малоінвазивної репозиції без безпосереднього візуального контролю не поступається відкритій репозиції за можливостями досягнення вправлення відламків кісток ЗВС та їх стабільної фіксації.

4.2.3.3 Техніка застосування малоінвазивного остеосинтезу при лікуванні пацієнтів із внутрішньосуглобовими переломами п'яtkової кістки

Запропонований пристрій і техніка остеосинтезу мають свої особливості, а саме – на основі закладеної авторської перкутанної техніки аксіальної репозиції реалізується принцип використання в пристрої знімного репонуючого вузла. Таким чином, нам вдалося удосконалити техніку виконання репозиції у всіх площинах і розширити показання до застосування малоінвазивного остеосинтезу для всіх типів внутрішньосуглобових переломів п'яtkової кістки

при значенні кута Böhler менше 20°, незалежно від віку і наявності місцевої чи загальної патології, що є протипоказанням до ORIF.

Напередодні хірургічного втручання проводили профілактичні заходи, спрямовані на попередження розвитку можливих ускладнень, насамперед інфекційних. Операції проведені в терміни від 2 до 4 діб після травми.

Техніка репозиції. ЧКО виконували на операційному столі в положенні хворого на здоровому боці, при цьому кульшовий і колінний суглоби ураженої кінцівки знаходилися в напівзгнуптому положенні, а стопа в середньо-фізіологічному. Після знеболювання, обробки операційного поля і за аналогією з ЗОІР шляхом мануального усунення грубих зміщень, перш за все, у фронтальній площині (по ширині), подальша методика накладання апарату полягала в проведенні поетапних послідовних дій, залежно від типу перелому і виду зміщення суглобових поверхонь ЗСФ п'яtkової кістки.

При язикоподібному, імпресійному (*другий* вид зміщення) та роздробленому типах переломів п'яtkової кістки техніка репозиції в цьому пристрої з використанням знімного репонуючого вузла виконувалась практично однотипно. Так, у проекції центру кубоподібної кістки і переднього відділу п'яtkової кістки скальпелем роблять розрізи шкіри розміром 5 мм в поздовжньому напрямку. Через сформовані розрізи під кутом 90° до поверхні шкіри у фронтальній площині за допомогою воротка вкручують у тіло кубоподібної кістки і передній відділ п'яtkової кістки, відповідно, стабілізуючі гвинт-стрижні $\varnothing 4 \times 80$ мм. Шляхом переміщення стрижнефіксаторів по гвинтовий шпильці зовнішньої опори регулюють відстань для фіксації гвинт-стрижнів, потім пристрій без сегмента кільця однієї чверті кола монтуєть на гвинт-стрижні через отвори стрижнефіксаторів, які знаходяться в розслабленому стані. Утримуючи гвинтову шпильку паралельно зовнішній поверхні стопи, її стабілізацію проводять послідовним затягуванням з'єднуючих гайок на гвинт-стрижнях і стрижнефіксаторах. Потім до фіксатора у вигляді "кубика" шарнірно кріплять знімний репонуючий вузол за допомогою

болта, при цьому центр шарніра повинен орієнтовно розташовуватися в проекції під *sinus tarsi*.

Через канюльований болт, що знаходиться на репонуючому вузлі, проводять шило і здійснюють прокол шкіри по задній поверхні п'яtkового горба в сагітальній площині. Аналогічно методиці ЗОІР шило занурюють орієнтовно на глибину до *sinus tarsi* при язикоподібному типі перелому над вторинною лінією зламу, при імпресійному – під вторинною лінією зламу, а при роздробленому в якомога більший уламок п'яtkового горба.

Оскільки з'єднання знімного репонуючого вузла з зовнішньою опорою через фіксатор у вигляді "кубика" знаходиться в розслабленому стані, то репозицію виконують шляхом надання стопі максимального еквінуса і мануального низведення вільного кінця шила в напрямі зверху вниз, що призводить до відновлення кута Böhler. Затисканням болта між репонуючим вузлом і фіксатором у вигляді "кубика" на зовнішній опорі здійснюють стабілізацію в пристрої. Згідно отриманих інтраопераційних контрольних даних ЕОП в бічній проекції стопи визначають якість відновлення ПТС і величину горбково-суглобового кута. При недостатній репозиції останню коригують шилом після розслаблення болта до отримання позитивного результату, підтвердженого за допомогою ЕОП.

При вдалому відновленні анатомії п'яtkової кістки стабілізацію задньолатеральної частини її горба забезпечують шляхом вкручування гвинт-стрижня через сформований розріз шкіри і фіксації його в стрижнефіксаторі, після чого шило і знімний репонуючий вузол видаляють. Потім до різьбової частини останнього гвинт-стрижня кріплять сегмент кільця однієї чверті кола за допомогою напівшарнірного кронштейна. Через сформований розріз шкіри на задньо-медіальній поверхні п'яtkового горба проводять останній гвинт-стрижень і фіксують його в стрижнефіксаторі, після чого пристрій стабілізують.

Для ілюстрації приводимо клінічний приклад.

Хворий Л., 45 років, і/х №11360, поступив в клініку 10.06.2018 р. з діагнозом: закритий язикоподібний перелом лівої п'яtkової кістки зі зміщенням

II ступеня (кут Böhler 8°). Травму отримав, упавши з парпету. На наступну добу з моменту травми, у зв'язку з посиленням болю і набряку стопи, звернувся самостійно в клініку. При надходженні обстежений клінічно і за допомогою променевих методів дослідження (рис. 4.64), накладена гіпсова лонгета до колінного суглоба в середньо-фізіологічному положенні стопи.



Рис. 4.64 Фотовідбитки рентгенограм та КТ стопи при надходженні

Пацієнт госпіталізований в травматологічне відділення, наявність в анамнезі довгострокового зловживання палінням не дозволила застосувати ORIF. Після відповідної підготовки 12.06.2018 р. пацієнту виконали ЧКО лівої п'яtkової кістки стрижневим апаратом нашої конструкції. Репозиція язикоподібного перелому проведена за допомогою знімного репонуючого вузла, використовуючи закриту техніку ЗОІР в розробленому пристрої. Етапи управління і результати репозиції (кут Böhler 38°), досягнуті на операційному столі, відображені на рис. 4.65.

Післяопераційний період без ускладнень. На контрольних рентгенограмах стопи репозиція досягнута. Рухи в суглобах пошкодженої стопи дозволені на наступний день після операції. На 5-у добу обсяг рухів у гомілковостопному суглобі склав S: 0/10°/35°, в ПТС болюча ригідність (рис. 4.66).

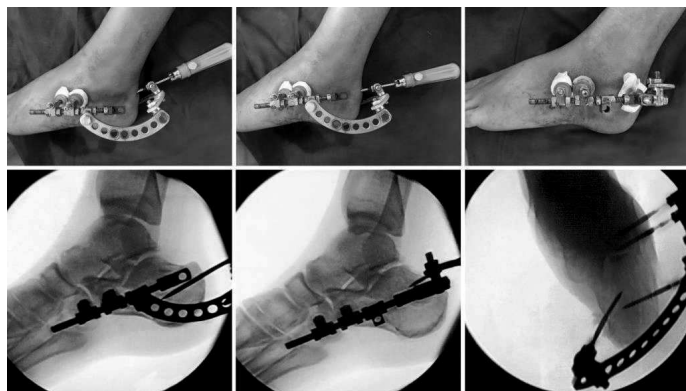


Рис. 4.65 Етапи репозиції язикоподібного перелому п'яtkової кістки в пристрої і контрольні фотовідбитки на ЕОП

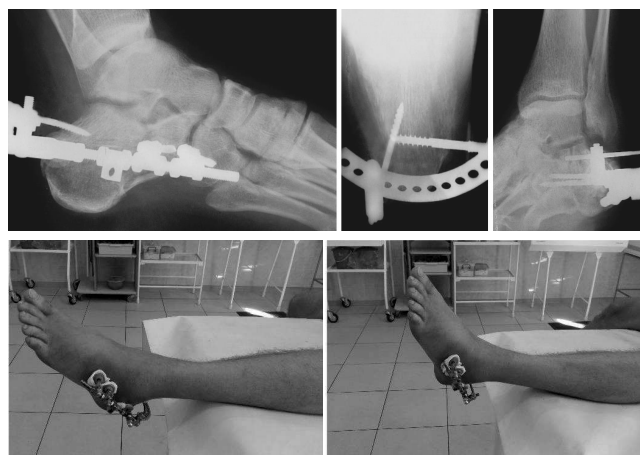


Рис. 4.66 Фотовідбитки контрольних рентгенограм, зовнішній вигляд стопи та функціональний результат після операції

Зрощення кісткових фрагментів через 12 тижнів після операції підтверджено на контрольних рентгенограмах, апарат демонтовано.

При огляді через 18 місяців після травми відмічається консолідація перелому, пацієнт скарг не пред'являв, болю і набряку в області ЗВС не виявлено. Амплітуда рухів у гомілковостопному суглобі S: 10°/0/50°, обсяг у

ПТС в межах 15°. Анатомо-функціональний результат оцінений як відмінний за шкалою AOFAS 96 балів, згідно з даними FFI – 4 бали (рис. 4.67).

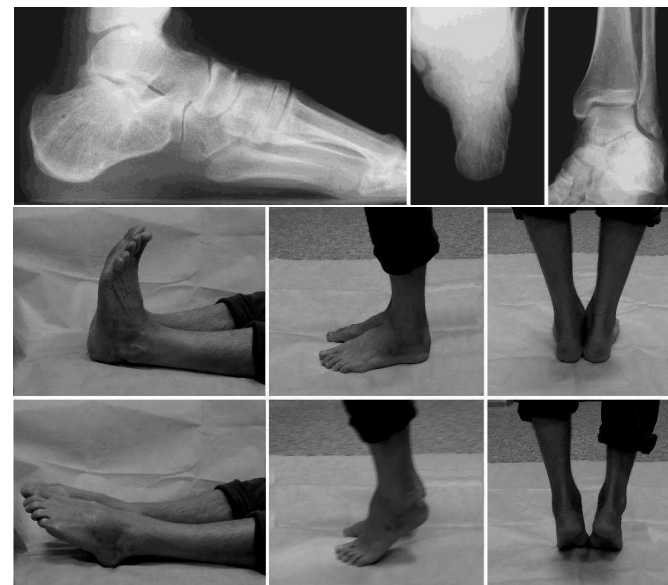


Рис. 4.67 Фотовідбитки контрольних рентгенограм, зовнішній вигляд стопи і функціональний результат через 18 міс. після лікування

Відновлення співвідношень суглобових поверхонь таранно-п'яtkового суглоба і висоти п'яtkової кістки при *імпресійному* типі переломів має також свої особливості при використанні розробленого нами пристрою і залежать від двох варіантів зміщення суглобових поверхонь ЗСФ (розділ 4).

Так, при *першому виді зміщення* (часткова імпресія зовнішньої 1/2–2/3 частини суглобової поверхні ЗСФ в тіло п'яtkової кістки) відновлення співвідношень суглобових поверхонь таранно-п'яtkового суглоба і висоти п'яtkової кістки починають з проведення репонуючого гвинт-стрижня у фронтальній площині тільки в латеральну частину зміщеного уламка. Пристрій без сегмента кільця однієї чверті кола монтується на репонуючий гвинт-стрижень через отвір стрижнефіксатора, який в розслабленому стані фіксується на кінці гвинтової шпильки, розташованої в фіксаторі у вигляді "кубика".

Утримуючи зовнішню опору паралельно латеральній поверхні стопи, її стабілізацію проводять шляхом затягування з'єднуючих гайок. Послідовно через попередньо сформовані розрізи шкіри також за допомогою воротка вкручують у фронтальній площині під кутом 90° до поверхні шкіри стабілізуючі гвинт-стрижні через отвори стрижнефіксаторів, що знаходяться на гвинтовій шпильці, в тіло кубоподібної кістки, передній відділ п'яткової кістки і задньо-латеральну частину п'яткового горба, які фіксують в пристрої з'єднуючими гайками. Після закріплення до різьбової частини гвинт-стрижня сегмента кільця однієї чверті кола за допомогою напівшарнірних кронштейнів, відповідно, вкручують стабілізуючий гвинт-стрижень через сформований розріз шкіри в задньо-медіальну частину п'яткового горба з подальшою його фіксацією в стрижнефіксаторі.

Репозиція в пристрої досягається в два етапи. На першому етапі шляхом переміщення гайками гвинтової шпильки уздовж фіксатора у вигляді "кубика" щодо зовнішньої опори по висоті відбувається дистракція. За рахунок репонуючих зусиль, що надаються на зовнішню частину ЗСФ, здійснюються рухи, які спрямовані в протилежні сторони. Таким чином, відбувається елевация вдавненого уламка. Згідно інтраопераційних контрольних даних ЕОП на операційному столі, визначають якість відновлення конгруентності суглобової поверхні ЗСФ і співвідношень суглобових поверхонь ПТС. Після чого на другому етапі репонуючий гвинт-стрижень за допомогою воротка занурюють далі в медіальну частину ЗСФ п'яткової кістки. При подальшій дистракції відбувається дезімпація всієї вдавненої ЗСФ з відновленням кута Böhler і, відповідно, висоти п'яткової кістки, після чого пристрій стабілізують.

При *другому виді зміщення* (імпресія всієї ЗСФ в тіло п'яткової кістки) репозиція імпресійного перелому п'яткової кістки в розробленому пристрої може відповідати вище описаним етапам при язикоподібному та роздробленому типах переломів. Також, можливо послідовно, як і при *першому виді зміщення* через сформовані розрізи шкіри за допомогою воротка спочатку вкручують у фронтальній площині під кутом 90° до поверхні шкіри репонуючий гвинт-стрижень

на всю ширину в центральну частину ЗСФ. Потім стабілізуючі гвинт-стрижні вводять у тіло кубоподібної кістки, передній відділ п'яткової кістки, задньо-латеральну та задньо-медіальну частини п'яткового горба, які фіксують у пристрої гайками. Наступною дистракцією шляхом переміщення гайками репонуючого гвинт-стрижня на гвинтовий шпильці уздовж фіксатора у вигляді "кубика" по висоті, щодо зовнішньої опори, виконують дезімпацію ЗСФ. Після підтвердження за допомогою ЕОП на операційному столі відновлення кута Böhler і, відповідно, співвідношень суглобових поверхонь таранно-п'яткового суглобу, пристрій стабілізують. Завершують операцію закриттям місць введення стабілізуючих і репонуючих гвинт-стрижнів марлевими серветками, змоченими в 70° спирті, які фіксують за допомогою гумових пробок, нанизаних на гвинт-стрижні.

Для ілюстрації приводимо клінічний приклад.

Хворий Д., 36 років, і/х №16424, поступив в клініку 3.12.2019 р. з діагнозом: закритий імпресійний перелом лівої п'яткової кістки зі зміщенням II ступеня (кут Böhler 9°). Травму отримав під час ДТП на трасі. Обстежений у приймальному покої клінічно та з використанням променевого методів дослідження (рис. 4.68). Встановлений цукровий діабет II тип (субкомпенсація), що стало протипоказанням до ORIF.



Рис. 4.68 Фотовідбитки рентгенограм та КТ стопи при надходженні

Після госпіталізації та відповідної підготовки на 4-у добу після травми пацієнту була виконана операція – ЧКО лівої п'яtkової кістки стрижневим апаратом нашої конструкції. Етапи вправлення імпресійного перелому п'яtkової кістки (другий вид зміщення) відображені на рис. 4.69.

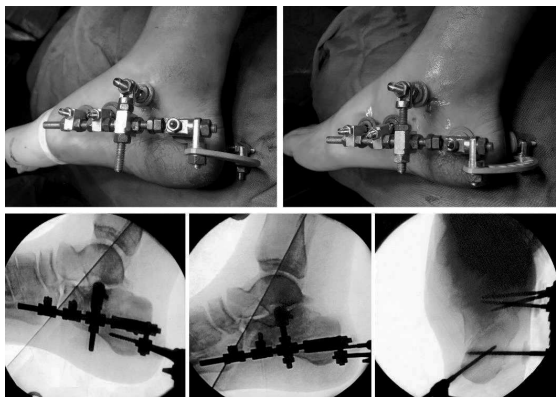


Рис. 4.69 Етапи репозиції імпресійного перелому п'яtkової кістки в пристрої та контрольні фотовідбитки ЕОП

Результати репозиції досягнуті на операційному столі дезімпацією ЗСФ (кут Böhler 40°) за допомогою репонуючого гвинт-стрижня шляхом дистракції, після чого апарат стабілізовано. Найближчий післяопераційний період проходив без ускладнень. Дозволені дозовані рухи в гомілковостопному і підтаранному суглобах пошкодженої стопи на наступний день після операції. На контрольних рентгенограмах репозиція досягнута (рис. 4.70). На 7-у добу виписаний з відділення на амбулаторне лікування, обсяг рухів у гомілковостопному суглобі склав S: 5°/0/30°, в ПТС болюча ригідність (рис. 4.71).

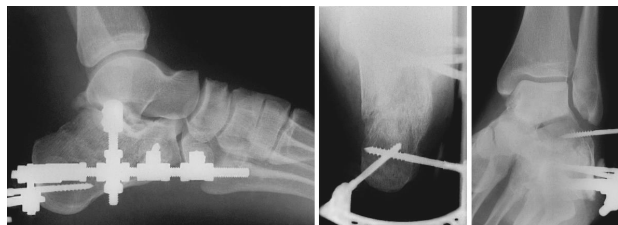


Рис. 4.70 Фотовідбитки контрольних рентгенограм після операції



Рис. 4.71 Зовнішній вигляд стопи і функціональний результат після операції

При огляді через 12 міс. після травми пацієнт скарг не пред'являв, болю і набряку в області ЗВС не виявлено. Амплітуда рухів у гомілковостопному суглобі склала S:15°/0/50°, у ПТС в межах 15°. На контрольних рентгенограмах ознаки консолідації перелому. Анатомо-функціональний результат за даними анкетування оцінений як відмінний за шкалою AOFAS, склавши 90 балів, за опитувальником FFI – 3 бали (рис. 4.72).



Рис. 4.72 Фотовідбитки контрольних рентгенограм стопи, зовнішній вигляд стопи і функціональний результат через 12 місяців після лікування

Таким чином, представлена техніка ЧКО передбачала в післяопераційному періоді можливість на 2-у добу здійснювати рухи в гомілковостопному і підтаранному суглобах і ходити за допомогою допоміжних засобів опори без навантаження на пошкоджену стопу. Контрольні рентгенограми ЗВС хворі виконували через 6 тижнів при повторному огляді. Фіксація АЗФ до рентгенологічних ознак консолидації (10–12 тижнів), потім демонтаж апарату з подальшим призначенням комплексу відновного лікування.

За результатами аналізу технічних можливостей ми прийшли до висновку, що представлений пристрій може бути рекомендовано, як метод вибору при оперативному лікуванні внутрішньосуглобових переломів п'яtkової кістки, за наявності протипоказань до ORIF. Керована стрижнева фіксація розробленим оригінальним пристроєм дозволяє зробити функціональний малоінвазивний остеосинтез на підставі закритої репозиції уламків, як в сагітальній, так і фронтальній площинах, що призводить до відновлення анатомії всіх типів переломів п'яtkової кістки і забезпечує стабільну фіксацію уламків на термін, необхідний для зрощення, зберігаючи при цьому функцію гомілковостопного і підтаранного суглобів. Пристрій є компактним і простим у використанні, тому може мати серед фахівців широке практичне застосування у відділеннях різного травматологічного рівня.

РОЗДІЛ 5

МНОЖИННА І ПОЄДНАНА ТРАВМА ЗАДНЬОГО ВІДДІЛУ СТОПИ

Необхідно відзначити, що відносна рідкість подібних ушкоджень на тлі поєднаної травми має свої особливості – нівелювання клінічних симптомів більш тяжких ушкоджень у постраждалих в ранньому післятравматичному періоді. Виразність больового синдрому призводить до того, що пацієнти не акцентують увагу на клініку пошкоджень стопи або хребта (A.B. Ahrberg et al., 2014).

5.1 Білатеральні переломи п'яtkової кістки

У сучасних джерелах літератури є поодинокі публікації, присвячені питанням вибору тактики лікування переломів обох п'яtkових кісток. Особливістю даної травми є те, що однотипні білатеральні переломи зустрічаються дуже рідко. Певні труднощі виникають при оцінці результатів репозиції двосторонніх переломів п'яtkової кістки, внаслідок неможливості порівняння анатомічної форми з неушкодженою стороною (Г.К. Логінов, 1979; У.Я. Богданович, 1984). Помилки діагностики, несвоєчасне і неадекватне лікування в подальшому неминуче призводять до розвитку тяжких ускладнень, з майбутніми незадовільними віддаленими результатами.

Ступінь тяжкості білатеральних переломів п'яtkової кістки визначали за Фішкінім І.В. (1986), взявши за основу робочу схему залежно від поєднання типів переломів з обох сторін. Таким чином, розрізняли наступні групи переломів: I – позасуглобові (тип А) та II – внутрішньосуглобові (тип В – язикоподібні; тип С – імпресійні; тип D – роздроблені). Як видно із табл. 5.1, легкий ступінь складає позасуглобові переломи без зміщення та внутрішньосуглобові зі зміщенням I ст.

Таблиця 5.1

Ступінь тяжкості білатеральних переломів п'яtkової кістки

Ступінь тяжкості	Поєднання типів переломів п'яtkової кістки					
	IA/IA	IA/IB-C	IA/ID	IB/IB-C	IC/IC-D	ID/ID
	Легкий		Середній	Тяжкий		

Середній ступінь тяжкості об'єднує поєднання позасуглобових без зміщення з внутрішньосуглобовими переломами п'яtkової кістки зі зміщенням II ст. (IA/ID). Комбінації типів переломів, де є зміщення II ст. серед внутрішньосуглобових пошкоджень слід очікувати результат лікування, порівнянний з унілатеральними переломами більш тяжкого характеру.

Пошкодження тяжкого ступеня характеризуються наявністю різних комбінацій серед внутрішньосуглобових типів переломів п'яtkової кістки з обох сторін — ПВ / ПВ-С; ПС / ПС-Д; ПД / ПД.

Звертаємо увагу на особливість, яка не узгоджується з даними літератури. Однотипні пошкодження п'яtkової кістки відзначені нами не так вже й рідко: язикоподібні склали 17,79%, імпресійні – 10,1%. Рідко зустрічали підтверджений роздроблений тип переломів – 3,64%.

До наступної особливості білатеральних переломів віднесли випадки, за яких зміщення було в межах нормального кута Böhler, тобто до 20°. Представлені групи переломів полегшують прогнозування результатів травми і визначають тактику подальшого лікування. В основі лікування білатеральних переломів п'яtkової кістки є прагнення досягти правильного співвідношення суглобових поверхонь таранно-п'яtkового суглоба, відновити горбково-суглобовий кут в межах норми, усунути зміщення п'яtkового горба і тіла під кутом і по ширині, а також створити умови для ранньої активізації хворих. У пацієнтів залежно від типу переломів п'яtkової кістки необхідно застосовувати оптимальну хірургічну тактику.

Малоінвазивну технологію репозиції і фіксації внутрішньосуглобових переломів п'яtkової кістки слід виконувати в перші 2–4 доби після травми. Так, ЗОП за Westhues/Essex-Lopresti з обох сторін, аксіальна репозиція з одного боку + комбінований остеосинтез з іншого, комбінований остеосинтез з обох сторін та комбінація з гіпсовою пов'язкою на контралатеральній стороні (крайові переломи п'яtkової кістки без зміщення) використовують у хворих, в основному, за наявності значних фліктен та у осіб середнього віку, що дозволяє відновити форму п'яtkової кістки та кут Böhler. Фіксацію стопи в гіпсовій пов'язці і зовнішніх пристроях здійснюють протягом 2,5–3 міс.

В основному при відкритих переломах, а також з метою активізації хворих з двосторонніми ушкодженнями п'яtkової кістки нами використаний ЧКО зовнішніми пристроями власної конструкції. Фіксація уламків п'яtkової кістки в апараті і гіпсовій пов'язці зберігалася протягом 10–12 тижнів. Після демонтажу

апарату або зняття гіпсової пов'язки дозоване навантаження на пошкоджені стопи дозволяли (залежно від тяжкості переломів, віку і маси тіла хворого) впродовж 4 тижнів за допомогою аналізатора вагового навантаження, потім повне навантаження з устілками, які рекомендували носити у взутті протягом року.

Для ілюстрації приводимо клінічний приклад.

Хвора Л., 67 років, і/х №16633, надійшла в клініку 17.12.2018 р. з діагнозом: внутрішньосуглобовий перелом обох п'яtkових кісток зі зміщенням уламків. Травму отримала в результаті падіння в ліфті, що обвалився. Доставлена бригадою швидкої медичної допомоги через годину після травми в приймальний покій. При надходженні обстежена клінічно, визначено з анамнезу та підтверджено даними з амбулаторної карти, що у пацієнтки маються явища розвитку остеопорозу, з приводу чого отримує остеотропну терапію.

Після рентгенологічного дослідження в стандартних проєкціях визначені роздроблений перелом правої п'яtkової кістки (рис. 5.1-а) зі зміщенням III ступеня (негативний кут Böhler 18°) та імпресійний (II тип) перелом лівої п'яtkової кістки (рис. 5.1-б) зі зміщенням II ступеня (кут Böhler 10°).

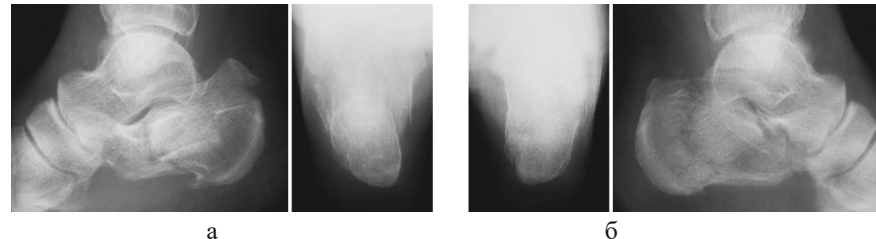


Рис. 5.1 Фотовідбитки рентгенограм правої (а) та лівої (б) стопи при надходженні

При госпіталізації накладені гіпсові лонгети. Після відповідної підготовки на 3-ю добу при знятті гіпсової іммобілізації виявлені значних розмірів фліктени з обох сторін, які мали серозно-геморагічний вміст. Незважаючи на їх наявність пацієнтці була виконана закрита аксіальна репозиція за Westhues/Essex-Lopresti в нашій модифікації обох п'яtkових кісток з фіксацією спицями. Інтраопераційні етапи та досягнуті на операційному столі

результати репозиції переломів п'яткових кісток відображені на контрольних знімках ЕОП (рис. 5.2).

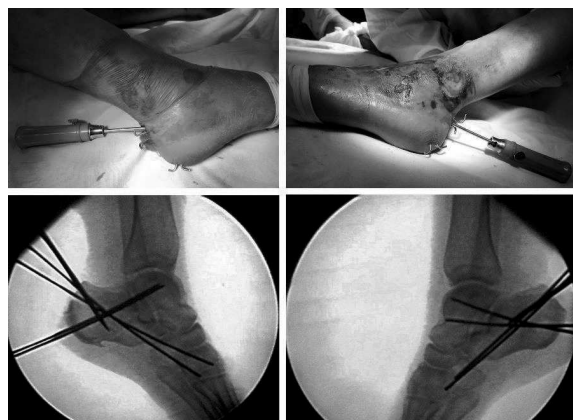


Рис. 5.2 Етапи репозиції та контрольні фотовідбитки на ЕОП переломів правої (а) і лівої (б) п'яткових кісток

Іммобілізація переломів здійснювалася "вікончатими" гіпсовими пов'язками. Найближчий післяопераційний період без ускладнень. Отримувала перев'язки і відповідну фізіо- та медикаментозну терапію, перед випискою зі стаціонару проведене контрольне рентгенологічне дослідження (рис. 5.3).

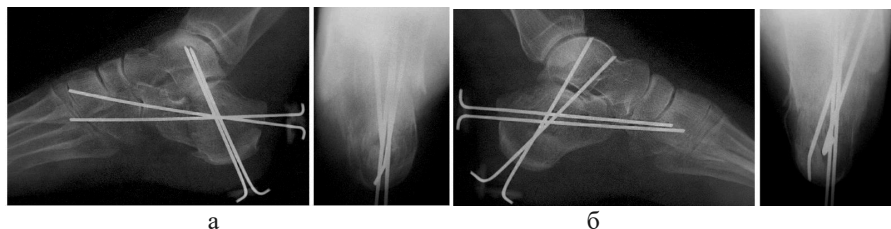


Рис. 5.3 Фотовідбитки контрольних рентгенограм правої (а) і лівої (б) стопи після операції

На 7-у добу після травми виписана з відділення на амбулаторне лікування з подальшими рекомендаціями. Досягнуте зрощення кісткових фрагментів підтверджене на контрольних рентгенограмах через 12 тижнів після репозиції.

Зняті гіпсові пов'язки, призначено ЛФК та фізіолікування, дозоване навантаження впродовж 4 тижнів, носінням устілок у взутті протягом року.

При огляді через 2 роки після травми хвора пред'являла скарги на незначні болі при фізичному навантаженні, набряку в області ЗВС не виявлено. Амплітуда рухів у гомілковостопному суглобі складала S: 10°/0/35°, у ПТС в межах 15°. На контрольних рентгенограмах під навантаженням визначаються ознаки локального ОП кісток обох стоп (рис. 5.4).



Рис. 5.4 Фотовідбитки контрольних рентгенограм правої (а) та лівої (б) стопи після лікування

Анатомо-функціональний результат оцінений як відмінний за шкалою AOFAS, склавши 93 бали, за опитувальником FFI – 10 балів (рис. 5.5).



Рис. 5.5 Зовнішній вигляд стопи і функціональний результат через 2 роки після лікування

Отримані дані свідчать про те, що використаний нами малоінвазивний остеосинтез у постраждалих з білатеральними переломами п'яtkової кістки клінічно ефективний, сприяє зниженню частоти ускладнень, більш швидкому відновленню функції стопи, прискоренню соціальної та трудової реабілітації даної категорії пацієнтів, особливо у віковій групі понад 60 років, яким протипоказана ORIF.

5.2 Поєднані переломи таранної кістки та хребта

У структурі політравми 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. Незважаючи на незначну питому вагу в структурі скелетної травми, актуальність цієї проблеми обумовлена тим, що існує суперечливість в показаннях до консервативного і хірургічного лікування ускладнених і неускладнених пошкоджень хребта. Значний відсоток несприятливих результатів лікування розглянутих ушкоджень призводить до оптимізації шляхів лікувальної тактики, перегляду термінів і етапів оперативних втручань (К.О. Попсуйшапка, 2016; В.О. Радченко та ін., 2017).

За нашими даними, поєднання аналізованих пошкоджень склало 8,45% по відношенню до всіх травм таранної кістки за період проведених досліджень. Для оцінки тяжкості поєднаних переломів застосовують шкалу ISS. Основним в передопераційній діагностиці є чітке розуміння морфології переломів таранної кістки і хребетного рухового сегмента. Розподіл пацієнтів за типами переломів таранної кістки слід проводити, на нашу думку, відповідно до класифікації L. Hawkins (1970) в модифікації S. Canale & F. Kelly (1978), за якою оцінюють характер зміщення фрагментів і прогнозують розвиток асептичного некрозу.

Варіанти переломів хребта, їх прогнозування і вибір методу лікування прийнято визначати за класифікацією F. Magerl (1994), згідно з якою переважно виявляється компресійна клінічна форма грудо-поперекових ушкоджень. Вибір

тактики лікування пов'язаний з класифікацією розподілу внутрішніх напружень, яку запропонував McCormack (1994). Оцінку тяжкості пошкоджень даних відділів виконують з використанням шкали Load-Sharing Score (LSS) (M. Aebi, 2007), а ступінь кіфотичної деформації за McKibblin. При цьому, за нашими даними, середній показник кута клиноподібної деформації тіла зламаного хребця склав $21,5 \pm 5,2^\circ$. Підвивих вище розміщеного хребця і ретроролістез тіла компримованого хребця склали $7 \pm 0,8^\circ$ та $4 \pm 1,3^\circ$, відповідно.

Після завершення обстеження, з метою встановлення пріоритетності та черговості хірургічних втручань, визначають раціональний підхід до лікувальної тактики. Клінічні спостереження за функціональними результатами лікування ізольованих переломів таранної кістки показали сприятливі наслідки без ускладнень при мінімальному доступі та остеосинтезі, незважаючи на наявність супутньої патології у пацієнтів різних вікових груп. Проблем, пов'язаних із загоєнням післяопераційних ран, в жодному випадку не відзначали. Тому цю тактику ми застосували і при поєднаній травмі таранної кістки та хребта. Вважаємо, що хірургічне лікування постраждалих з переломовивихами таранної кістки слід проводити в ургентному порядку з метою запобігання тривалого здавлювання уламками заднього великогомілкового судинно-нервового пучка і, як наслідок, розвиток асептичного некрозу.

У зв'язку з цим на *першому* етапі хірургічні втручання при переломі таранної кістки (тип III та тіла) необхідно виконувати ургентно при надходженні в клініку. Для кращої візуалізації місця перелому і репозиції уламків застосовують остеопластичний медіальний доступ з остеотомією внутрішньої кісточки. Вводиться в п'яtkовий бугор в сагітальній площині стрижень, яким тракцією створюють простір для вправлення фрагмента блоку таранної кістки. Після усунення всіх видів зміщення таранної кістки для внутрішньої фіксації використовують канюльовані гвинти Herbert $\varnothing 2,7-3,0$ мм. Завершують операцію остеосинтезом внутрішньої кісточки гвинтом з деротаційною спицею Kirschner з подальшим накладанням задньої гіпсової лонгети. У разі закритих переломів таранної кістки (тип I) використовують

задньо-латеральний доступ довжиною до 1,5 см для закритого остеосинтезу спонгіозними гвинтами $\varnothing 3,0-3,5$ мм.

На *другому* етапі через 5–7 днів після госпіталізації пацієнтів слід перевести у відділення нейрохірургії, де їм будуть проведені різні хірургічні втручання на хребті протягом тижня. Консервативне лікування показано у хворих з переломом тіла хребця без неврологічної симптоматики, у яких за шкалою LSS становить 5 балів, за даними КТ і МРТ задній опорний комплекс не пошкоджений, а кут кіфозу не перевищує 20° .

Залежно від набраних балів за класифікацією McCormack (1994), кількість яких відображає ступінь нестабільності переднього комплексу хребта, а також шкали тяжкості його пошкодження LSS, визначається подальша тактика лікування. Показаннями до хірургічного лікування переломів хребта є фрагментація тіла хребця більше 30%, стеноз хребетного каналу до 50%, кіфотична деформація більше 10° і кількість балів за LSS більше 6. Цим хворим показана фіксація хребта з корекцією деформації репозиційною системою. Хірургічна тактика включає варіанти декомпресії, при яких для стабілізації ураженого сегмента хребта застосовують коротку (чотирьохгвинтову) задню ТПФ, довгу (восьмигвинтову) чи фіксацію динамічною системою Soflex. Все це дозволяє усунути зміщення тіла зламаного хребця і підвипих вище розміщеного хребця, досягти відновлення форми хребетного каналу і ефективної декомпресії його вмісту.

Для ілюстрації приводимо клінічний приклад.

Хвора С., 26 років, і/х №7323, доставлена після ДТП в клініку 26.03.2018 р. з закритим переломо-вивихом лівої таранної кістки (тип III) та неускладненим вибуховим (тип А3.2) перелом тіла L_{IV} хребця (рис. 5.6).

При надходженні обстежена клінічно, проведена рентгенографія стопи в стандартних проєкціях, а також КТ-дослідження стопи і поперекового відділу хребта. Після короткої передопераційної підготовки виконана відкрита остеопластична репозиція з медіального доступу та остеотомією внутрішньої кісточки, остеосинтез таранної кістки канюльованими гвинтами (рис. 5.7-а).



а



б

Рис. 5.6 Фотовідбитки рентгенограм, КТ стопи (а) та КТ хребта (б) при надходженні



а

б

Рис. 5.7 Фотовідбитки контрольних рентгенограм стопи (а) та хребта (б) після операції

Імобілізація пошкодженої стопи гіпсовою пов'язкою і укладка на жорсткому ліжку з реклинуючим валиком під попереком. Після відповідної підготовки переведена на 7-у добу з моменту травми у відділення нейрохірургії, де був проведений другий етап: фіксація тіла L_{IV} хребця динамічною системою Soflex (рис. 5.7-б). Після повернення в травматологічне відділення післяопераційний період проходив без ускладнень, рани зажили первинним натягом. Хвора виписана з відділення в задовільному стані. Імобілізація стопи протягом 10 тижнів, амбулаторно пройшла курс реабілітації. Гвинти видалені через 14 місяців після операції. Контрольний огляд, що передбачав клініко-рентгенологічне обстеження, проведений через 1,5 року після травми. Скарги на помірні періодичні болі в попереку. На рентгенограмах стопи візуалізується консолидація без ознак асептичного некрозу таранної кістки. На КТ хребта консолидація перелому тіла L_{IV} хребця (рис. 5.8).



Рис. 5.8 Фотовідбитки контрольних рентгенограм стопи (а) та КТ хребта (б) через 1,5 року після лікування

Обсяг рухів в лівому гомілковостопному суглобі склав S: 10°/0/50°, у ПТС безболісні рухи в межах 15°. За даними анкетування (AOFAS – 92 бали,

FFI – 4 бали, Oswestry – 19%) анатомо-функціональний результат визнаний як відмінний (рис. 5.9).

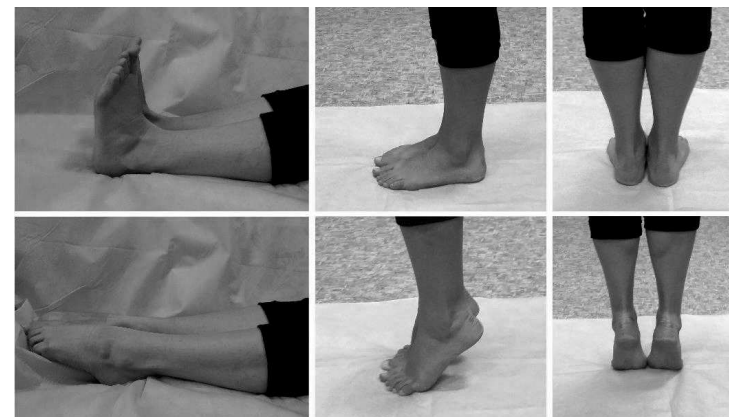


Рис. 5.9 Зовнішній вигляд стопи та функціональний результат через 1,5 року після лікування

Подальше ведення хворих після переведення назад у відділення травматології через 5–7 діб після операції передбачало продовження лікування. Всім пацієнтам з перших днів після операції, залежно від тяжкості стану, проводили регулярні заняття ЛФК. Постільний режим зберігався до зняття швів, потім дозволяли вертикальне положення в знімному корсеті і ходьбу без опори на пошкоджену стопу. Середній койко-день у стаціонарі склав $18,8 \pm 7,5$ діб.

На основі проведеного аналізу отриманих результатів лікування вважаємо, що оптимальною хірургічною тактикою у пацієнтів з поєднаними ушкодженнями таранної кістки та хребта є одномоментне оперативне втручання на двох сегментах у ранні терміни після травми. За відсутності умов одночасного хірургічного втручання слід застосовувати тактику поетапного лікування, де пріоритет мають переломи-вивихи таранної кістки.

На нашу думку, найбільш доцільним методом стабілізації шийки таранної кістки (тип I-II), за умов протипоказань до ORIF, є малоінвазивна техніка розробленим нами пристроєм при відкритих чи закритих її переломах. Альтернативою йому є остеосинтез гвинтами малоінвазивним задньо-

латеральним доступом. При закритих переломах вивиха тіла таранної кістки (тип III-IV) кращим для відкритої репозиції є остеопластичний медіальний доступ з остеотомією внутрішньої кісточки.

Ефективну стабілізацію хребетного рухового сегмента забезпечує пролонгована тактика та на необхідному рівні задня довга (восьмигвинтова) репозиційна система, яка зумовлює оптимальну ранню функціональну реабілітацію пацієнта з хребетною травмою, що істотно впливає на результати лікування.

5.3 Поєднані переломи п'яткової кістки та хребта

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. Незважаючи на певні успіхи, досягнуті в лікуванні даних пошкоджень, існують різні думки на способи, терміни і етапи їх оперативного лікування. До теперішнього часу питання, що стосуються тактики лікування поєднаних пошкоджень п'яткової кістки та хребта в літературі висвітлюються недостатньо (Г.П. Салдун & Л.І. Жеребцов, 1979).

Ретроспективний аналіз хірургічної тактики та техніки оперативних втручань провели у хворих, де в умовах стаціонару для більш чіткого розуміння характеру пошкодження провели систематизацію переломів хребта та визначили ступінь кіфотичної деформації аналогічно клініко-рентгенологічним обстеженням, які описані вище при переломах таранної кістки.

У міру завершення обстеження визначається оптимальний підхід до лікування хворих, котрим протипоказана ORIF п'яткової кістки. Дотримуючись алгоритму хірургічної тактики, яка залежить від тяжкості поєднаних пошкоджень даної локалізації, прийнято визначати 4 групи переломів, поєднання яких дозволяє встановити пріоритетність та черговість оперативного втручання на різних сегментах.

Так, до *I групи* належать випадки поєднаних переломів п'яткової кістки і хребта, що не потребують оперативного лікування.

II група поєднаних переломів представлена випадками необхідного хірургічного втручання виключно на хребті. Показання до операції ідентичні тим, що описані вище при поєднаних переломах таранної кістки. Особливістю серед цих хворих при первинному огляді можуть бути випадки, коли переломи п'яткової кістки без зміщення не діагностовано, оскільки больовий синдром нівелює клініку переломів хребта. Пацієнтам після додаткового рентгенологічного дослідження призначають консервативне лікування.

III групу складають пацієнти, які мають показання до оперативного лікування тільки п'яткової кістки. Серед цієї групи пацієнтів також визначається особливість, де виразність клінічних симптомів тяжких переломів п'яткової кістки згладжують клініку пошкоджень хребта. Тому пацієнти через деякий час акцентують свої скарги на біль у хребті. При додатковому обстеженні виявляють компресійні неускладнені переломи тіл грудно-поперекового відділу хребта. Цим хворим показана методика функціонального лікування за В.В.Горіневською-Е.Ф.Древинг в модифікації Н.П.Демичева-А.М.Меркулова (1985). Заняття лікувальною гімнастикою проводиться протягом 3–4 тижнів постільного режиму.

У *IV групі* розглянутих пошкоджень необхідне оперативне лікування на двох сегментах. Тактика лікування повинна бути спрямована на те, щоб використати найбільш сприятливі терміни оперативних втручань для кожного з пошкоджених сегментів. У післяопераційному періоді призначають іммобілізацію хребта знімним корсетом протягом 4–6 міс. і ходьбу з обмеженням вагового навантаження на пошкоджену стопу. Після зняття зовнішньої іммобілізації чи демонтажу апарату призначають комплекс реабілітаційних заходів.

Для ілюстрації приводимо клінічний приклад.

Хвора Б., 49 років, і/х №8392, надійшла 27.06.2018 р. в клініку з діагнозом: закритий роздроблений перелом лівої п'яткової кістки зі зміщенням III ступеня (кут Böhler 0°) і закритий неускладнений вибуховий (тип A2.3)

перелом тіла L₁₁ хребця. Травма в результаті падіння з балкона другого поверху. При надходженні обстежена клінічно, в анамнезі виявлена супутня патологія пов'язана з ожирінням, що є протипоказанням до ORIF. Проведені променеві методи дослідження стопи і поперекового відділу хребта в стандартних проекціях (рис. 5.10-5.11).



Рис. 5.10 Фотовідбитки рентгенограм та КТ лівої стопи при надходженні



Рис. 5.11 Фотовідбитки рентгенограм та КТ хребта при надходженні

Госпіталізована в нейрохірургічне відділення, укладка на жорсткому ліжку з реклинуючим валиком під попереком. Виконана імобілізація пошкодженої стопи гіпсовою пов'язкою. Після відповідної передопераційної підготовки постраждалої на другу добу з моменту травми для стабілізації ураженого тіла L₁₁ хребця застосували довгу (восьмигвинтову) задню ТПФ. На 5-у добу хвора переведена у відділення травматології, де виконана операція – комбінований остеосинтез лівої п'яtkової кістки (рис. 5.12).

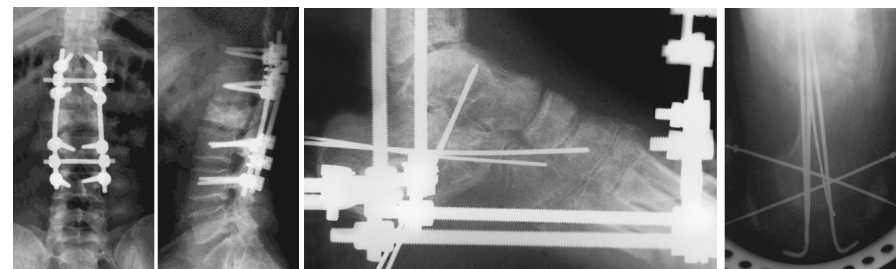


Рис. 5.12 Фотовідбитки рентгенограм хребта і стопи після операції

У результаті досягнуті як стабілізація хребта, так і відновлення анатомії п'яtkової кістки (кут Böhler 22°). На другу добу післяопераційного періоду, який проходив без ускладнень, розпочаті рухи у гомілковостопному суглобі (рис. 5.13), рана на попереку зажила первинним натягом. Шви зняті на 14-у добу, дозволено вертикальне положення в знімному корсеті, ходьба без опори на пошкоджену стопу. Хвора виписана з відділення у задовільному стані, амплітуда рухів при цьому у гомілковостопному суглобі склала S: 10°/0/30°. Після видалення спиць через 6 тижнів розпочата розробка рухів у ПТС.

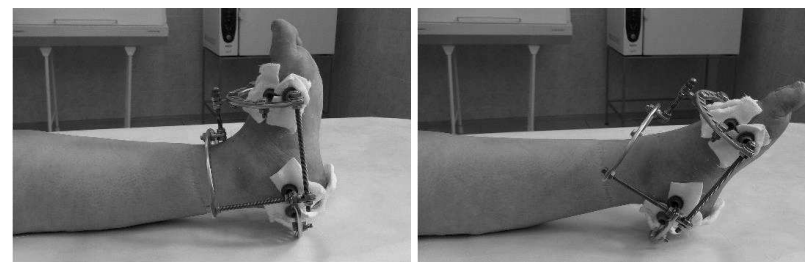


Рис. 5.13 Зовнішній вигляд стопи і функціональний результат після операції

Апарат демонтовано через 3 місяці після операції. Віддалений результат простежено через 2 роки після травми. На контрольних рентгенограмах стопи під навантаженням визначається консолидація п'яtkової кістки без ознак артрозних змін в ПТС. Втрата корекції кута Böhler склала 2°. Обсяг рухів в лівому гомілковостопному суглобі склав S: 10°/0/50°, у ПТС безболісні рухи в межах 15°. Оптимальна хірургічна тактика дозволила уникнути ускладнень і відновити у хворої функцію хребта і стопи до рівня норми (AOFAS – 90 балів, FFI – 10 балів, Oswestry – 17%), що відповідає відмінному результату (рис. 5.14).



Рис. 5.14 Фотовідбитки контрольних рентгенограм, зовнішній вигляд стопи і функціональний результат через 2 роки після лікування

Аналіз поєднаних переломів хребта і п'яtkової кістки показав, що залежно від тяжкості пошкодження хірургічна тактика лікування не може поширюватися на діагностику і лікування ізольованих переломів, оскільки представляє особливу групу постраждалих, що вимагають диференційованого підходу в черговості та термінах оперативних втручань, а запропоновані пристрої можуть бути методом вибору в лікувальній тактиці серед фахівців.

РОЗДІЛ 6

ЛІКУВАННЯ НАСЛІДКІВ ПЕРЕЛОМІВ П'ЯТКОВОЇ КІСТКИ

Зміни у біомеханіці формують у хворих комплексну проблему всієї стопи в цілому, що стає причиною больового синдрому. Для виявлення джерела больового синдрому і вибору подальшої тактики лікування наслідків переломів п'яtkової кістки необхідно виконати за стандартною методикою клінічні, рентгенологічні та КТ обстеження. При клінічному огляді пацієнтів визначаються різні види наслідків, такі як посттравматичний підтаранний ДОА, деформація стопи (вальгусна, варусна, посттравматична плоскостопість), латеральний чи передній імпінджмент та контрактури, які зумовлюють больовий синдром.

Серед визначеної кількості наслідків можуть бути наявні у одного і того ж пацієнта декілька видів наслідків переломів п'яtkової кістки. Розвиток посттравматичного підтаранного ДОА може виявлятися у пацієнтів як після консервативного, так і після оперативного лікування. Неправильне зрощення фрагментів зрештою разом з підтаранним ДОА неминуче призводить до інконгруентності ПТС і, отже, до тяжких вторинних порушень, як анатомії, так і біомеханіки всієї стопи (В.Т. Зейналов та ін., 2017).

6.1 Інноваційне оперативне забезпечення

Відтворення нормальної форми п'яtkової кістки і, отже, анатомії стопи, яка була до травми, є ключовим чинником для поліпшення ЯЖ пацієнтів. Зміни в результаті неправильного зрощення перелому ведуть до формування кутових зміщень у фронтальній чи сагітальній площинах, або наявності їх комбінації. Серед кутових зміщень, що призводять до деформації стопи, предметом нашої уваги став пошук можливих шляхів усунення зміщення лише у сагітальній площині з метою відновити конфігурацію кісткових структур, відповідальних за біомеханіку опори і руху в цілому, тобто відновити кут і висоту медіального поздовжнього склепіння стопи.

Для цього наші зусилля до хірургічного підходу були направлені на можливість корекції деформації ЗВС у сагітальній площині, яка базувалася на філософії зворотного розвитку деформації та включала ряд процедур, що впливають на загальну картину відновлення архітектоники та біомеханіки стопи. Ми вважаємо, що в якості основного прогностичного фактора корекції висоти п'яткової кістки при коригуючому ПТА є клиноподібна остеотомія її тіла у фронтальній площині. При переміщенні вилучений клин використовують як аутотрансплантат між резекційними поверхнями фасеток таранної та п'яткової кісток. Все це дозволяє відновити нахил таранної та п'яткової кісток, відтворює висоту і тим самим кут поздовжнього склепіння стопи, що призводить до послаблення здавлених малоомілкових сухожилів. Також в умовах формування кісткового анкілозу усуваються клінічні ознаки посттравматичного підтаранного ДОО.

У передопераційному періоді реконструкцію ЗВС моделювали за допомогою інноваційної технології. Для планування розрахунку клиноподібної остеотомії тіла п'яткової кістки нами розроблена методика, яка залежить від випадків корекції вихідної величини кута Böhler – позитивний (менше 20°), нульовий та негативний. Заздалегідь виконували стандартну функціональну рентгенограму (з навантаженням) пошкодженої стопи у бічній проекції, добиваючись максимального масштабування. З даної рентгенограми знімали скіаграму, на якій першим етапом викреслювали, так звані, референтні лінії через відомі точки, за якими визначали вихідні анатомічні кути, утворені кістками стопи. Слід звернути увагу на те, що достовірність отриманих вимірів, безумовно, вище при виконанні цифрової рентгенографії. Отримані дані послужили для порівняльної оцінки післяопераційних результатів.

Для розрахунку ширини основи клину при позитивній чи негативній величині кута Böhler, проводять дві дотичні лінії: першу (OO_0) – через передньо-верхній край п'яткової кістки; другу (BB_0) – через вершину п'яткового горба, які перетинаються на вершині ЗСФ (A), утворюють горбково-суглобовий кут Böhler (рис. 6.1-а, б).

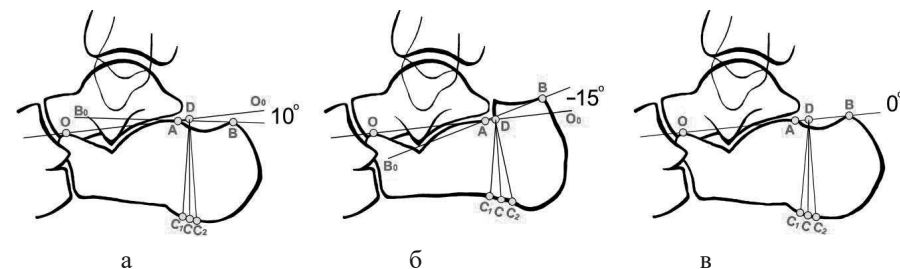


Рис. 6.1 Скіаграми з рентгенограм стопи в бічній проекції при позитивному (а), негативному (б) і нульовому (в) куті Böhler

При нульовій величині кута Böhler точки O , A і B розташовуються на одній дотичній лінії (рис. 6.1-в). У всіх випадках на відстані 5 мм від точки A , розташованої на лінії OO_0 чи OB , у напрямі п'яткового горба встановлюють точку D . Від останньої точки опускають відрізок (відстань між точками), до умовно розташованої в центрі ділянки підошовного краю п'яткової кістки для остеотомії і взяття аутотрансплантата – точка C .

Наступним етапом вимірюють в міліметрах відрізки в певній послідовності – OA ; AB ; AD ; CD . Шляхом внесення вихідних величин лінійних вимірів п'яткової кістки зі скіаграми в розроблену комп'ютерну програму розраховують необхідну величину основи кісткового клину при коригуючій остеотомії. Обчислення ширини основи клину, який використовується в якості аутотрансплантата для подальшої корекції деформації, відбувається автоматично натисненням на кнопку «Розрахунок» (рис. 6.2).

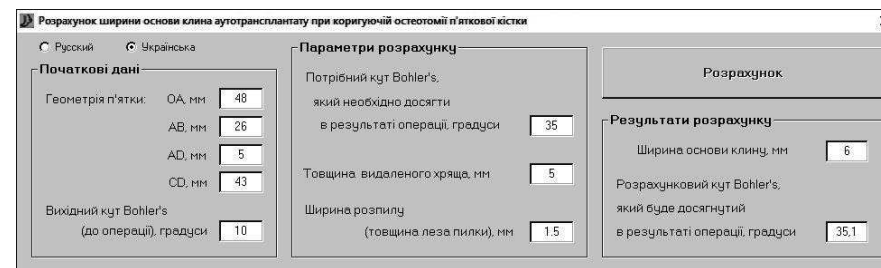


Рис. 6.2 Екранна форма програмного забезпечення

Результатом розрахунку є величина розміточної ширини основи клину – відрізок C_1C_2 . Шукану величину отримуємо в результаті чисельного вирішення методом дихотомії трансцендентного рівняння:

$$f(a) = \gamma_2 - \gamma(a) = 0,$$

де a – довжина відрізка C_1C_2 ;
 $\gamma(a)$ – розрахунковий кут Böhler;
 γ_2 – необхідний кут Böhler.

Кут Böhler ($20-40^\circ$) визначають проведенням ліній: першої через передньо-верхній край п'яtkової кістки (точка O) і вершину ЗСФ (точка A), другої – через вершину п'яtkового горба (точка B) і ЗСФ (точка A), які перетинаючись утворюють в нормі кут між прямими OAO_0 та BAB_1 (рис. 6.3).

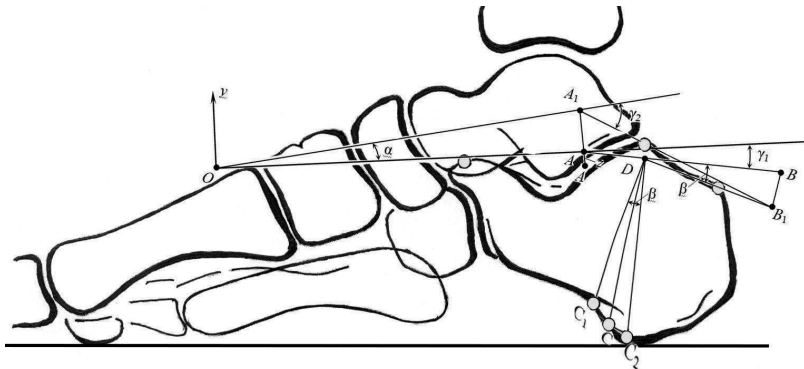


Рис. 6.3 Розрахункова схема геометричного зв'язку відновлення кута Böhler з розмірами клиноподібної остеотомії

Розрахунковий кут Böhler визначається як:

$$\gamma(a) = \arctg \left(\frac{\frac{y_{B_1} - y_{A_1}}{x_{B_1} - x_{A_1}} - \frac{y_{A_1}}{x_{A_1}}}{1 + \frac{y_{B_1} - y_{A_1}}{x_{B_1} - x_{A_1}} \cdot \frac{y_{A_1}}{x_{A_1}}} \right),$$

де x_{A_1}, y_{A_1} – координати точки A_1 ;
 x_{B_1}, y_{B_1} – координати точки B_1 .

Координати точки A_1 :

$$\begin{cases} x_{A_1} = OA \cos \alpha; \\ y_{A_1} = OA \sin \alpha, \end{cases}$$

де α – кут між відрізками OA та OA_1 ,

$$\alpha = 2 \arcsin \left(\frac{a - \delta - z}{2OA} \right),$$

де z – товщина резекції суглобових поверхонь.

Координати точки B_1 :

$$\begin{cases} x_{B_1} = OA + AD \cos \gamma_1 + \left(AB - AD - \frac{\delta}{2} \right) \cos(\beta + \gamma_1); \\ y_{B_1} = -AD \sin \gamma_1 - \left(AB - AD - \frac{\delta}{2} \right) \sin(\beta + \gamma_1), \end{cases}$$

де γ_1 – вихідний кут Böhler;

β – кут клиноподібної остеотомії;

$$\beta = 2 \arctg \frac{a}{2CD};$$

δ – ширина розпилу тіла п'яtkової кістки

$$\delta = s \sqrt{1 + \left(\frac{a}{2CD} \right)^2},$$

де s – ширина леза осцилюючої пили (рис. 6.4).

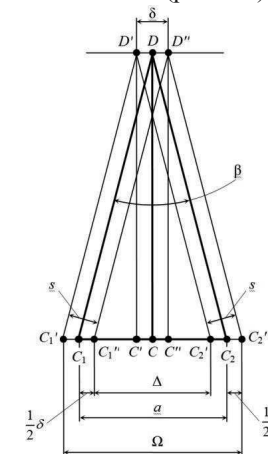


Рис. 6.4 Схема клиноподібної остеотомії тіла п'яtkової кістки

Фактична ширина резекції основи клину буде більше теоретичної на величину ширини розпила (леза) тіла п'яtkової кістки:

$$\Omega = a + \delta$$

У зворотному порядку, фактична ширина основи клину аутотрансплантата буде менше теоретичної на величину ширини розпила (леза) тіла п'яtkової кістки:

$$\Delta = a - \delta$$

Аналізуючи вищевикладене біомеханічне обґрунтування розробленого способу коригуючого ПТА з використанням клиноподібної остеотомії, слід зазначити, що з точки зору теоретичного підходу лікування наслідків даних пошкоджень протікатиме в найбільш оптимальних умовах.

6.2 Спосіб коригуючого підтаранного артродезу стопи

Залежно від наявності та поєднанні деформації у фронтальній площині під час доступу методика дозволяє виконати невроліз литкового нерва, теноліз сухожилля малогомілкових м'язів та усунути латеральний імпінджмент. Переважна більшість випадків є показанням до виконання артродезу за наявності посттравматичного підтаранного ДОА III-IV стадії та обумовлений ним больовий синдром. Алгоритм дій коригуючої клиноподібної резекції тіла п'яtkової кістки пов'язаний з можливістю кісткової пластики ПТС, збільшення висоти п'яtkової кістки і відновлення анатомічних співвідношень для нормалізації медіального поздовжнього склепіння стопи, таранно-плеснового кута (Meary) і розгинального положення таранної кістки.

Техніка підтаранного артродезу: хворого оперували на операційному столі в положенні на здоровому боці, із зігнутою в колінному суглобі ногою. Після знеболювання (загального чи спінального) і обробки операційного поля виконували модифікований нами S-подібний латеральний доступ за Kocher до таранно-п'яtkового суглоба. Починали позаду зовнішньої кісточки на відстані не

вище 3 см від її верхівки і на середині відстані між нею і Ахілловим сухожиллям, запобігаючи при цьому пошкодження n. suralis (рис. 6.5).

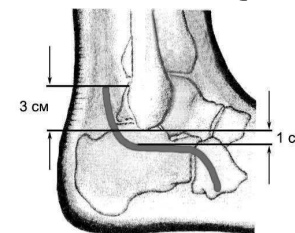


Рис. 6.5 Схема виконання доступу до таранно-п'яtkового суглоба

Огинаючи зовнішню кісточку не більше 1 см під її верхівкою, продовжували розріз паралельно підшві стопи, який завершували знову огинаючи на рівні нижнього краю п'яtkово-кубоподібного суглоба. Розкривали і субперіостально виділяли цілісний клапоть, за рахунок мобілізації якого вгору відводили без розтину сухожилля обох перонеальних м'язів, відкриваючи латеральну поверхню таранної і п'яtkової кісток, задню таранно-п'яtkову суглобову фасетку до *sinus tarsi*. Повністю видаляли рубці і м'які тканини між кістками.

За умов зрощення п'яtkової кістки зі зміщенням, де кут Böhler, наприклад, становив 0°, відзначали плантарно основу кісткового клину у вигляді двох ліній, що перетиналися під необхідним кутом позаду ЗСФ. Величину основи клину розраховували попередньо на скіаграмі за методикою представленою вище, щоб він відповідав необхідній величині корекції (рис. 6.6-а).

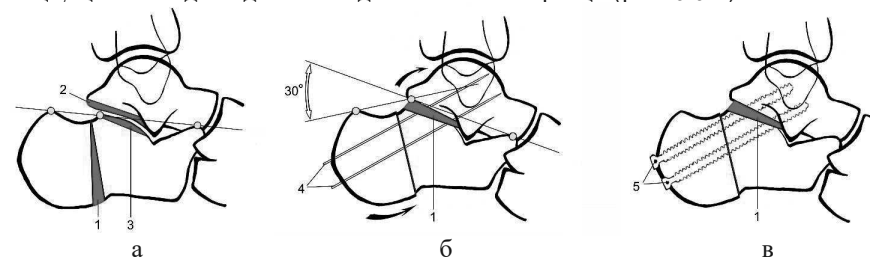


Рис. 6.6 Схема виконання коригуючого підтаранного артродезу:

- а – клиноподібна резекція п'яtkової кістки і суглобових поверхонь ЗСФ;
- б – кісткова пластика таранно-п'яtkового суглоба і фіксація спицями;
- в – міжфрагментарна компресія канюльованими гвинтами

За обраними лініями виконували осцилюючою пилкою резекцію тіла п'яtkової кістки **1** до медіального кортикального шару, який потім перетинали вузьким остеотомом з подальшим вилученням цілісного кісткового клину. За допомогою елеватора або распатора виділяли таранно-п'яtkове зчленування, розтягуючи і розриваючи зв'язки і рубцеві тканини, що фіксують його, з метою зробити п'яtkову кістку рухомою для визначення площини резекції патологічно зміненої суглобової поверхні ЗСФ.

Отримавши добру візуалізацію ПТС, завдяки попередньому розведенню суглобових поверхонь, за допомогою дистрактора Хінтермана, виконували остеотомом резекцію та видалення залишків хрящового покриття ЗСФ до здорового шару кістки, який визначали під візуальним контролем за кольором і появи «кров'яної роси». Площину резекції домагалися виконувати паралельно суглобових фасеток таранної **2** і п'яtkової **3** кісток.

На наступному етапі утворену порожнину (рис. 6.6-б), щільно заповнювали видаленим після клиноподібної резекції тіла п'яtkової кістки кортико-спонгіозним аутоотрансплантатом **1** відповідних розмірів основою в бік п'яtkового горба, за допомогою якого коригували кут нахилу таранної кістки в сагітальній площині. Після заповнення порожнини аутоотрансплантатом зіставляли кісткові поверхні п'яtkової кістки до щільного контакту у місці коригуючої остеотомії, що призводило до відновлення кута Böhler (30°). Досягнуту корекцію деформації ЗВС стабілізували внутрішньою фіксацією спицями Kirschner **4**, введеними під контролем ЕОП з задньої поверхні п'яtkового горба, трансартикулярно через зону ПТС в тіло таранної кістки до рівня її блоку. Згідно інтраопераційної верифікації якості усунення деформації завершували оперативне втручання міжфрагментарною компресією (рис. 6.6-в) поверхонь ПТС введенням по спицях **4** канюльованих гвинтів **5** (Hintegra QWIX) $\varnothing 7,5 \times 85$ мм. Після попереднього ретельного гемостазу відновлювали теноперонеальний канал шляхом укладання відповідно до анатомічного розташування сухожилля м'язів під зовнішню кісточку, рану дренивали і пошарово зашивали вузловими швами. Кінцівку іммобілізували

гіпсовою шиною від пальців стопи до колінного суглоба в середньо-фізіологічному положенні стопи.

Пацієнтам дозволяли ходьбу з перших днів після операції за допомогою милиць без осьового навантаження на уражену стопу. Гіпсова іммобілізація тривала протягом 10–12 тижнів до рентгенологічної верифікації формування кісткового анкілозу ПТС. Дозоване та поступово зростаюче вагове навантаження (з тростиною) на стопу дозволяли протягом 4 тижнів. Варіантом вирішення проблеми ранньої активізації пацієнтів стали рекомендації щодо використання знімних ортезів (Settner-Munch, Ottobock), що дозволяло розвантажити п'яtkову кістку (рис. 6.7).

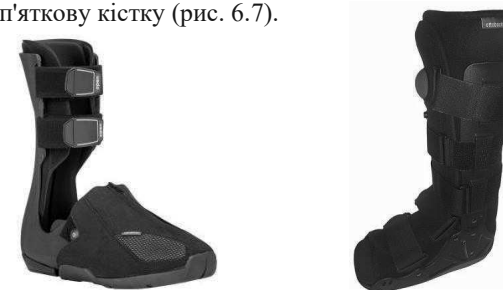


Рис. 6.7 Зовнішній вигляд ортезів "Settner-Munch" та "Ottobock"

Набір вкладишів в ортезі сприяв поступовому збільшенню навантаження на п'яtkову кістку, а його форма забезпечувала дорсальну підтримку в області литкового м'яза і підтримку поздовжнього склепіння стопи.

Недоліком зазначених ортезів є їх висока вартість, що обмежує доступність для широкого застосування. Альтернативою ортезам став наш аналізатор вагового навантаження "RehabiliStep" (Ю.В. Сухін та ін., 2015), а також щоденні заняття ЛФК – в положенні сидячи пацієнт ставив стопи на підлогу і виконував вправи з поступовим збільшенням навантаження. За показаннями призначали відновне фізіотерапевтичне та медикаментозне лікування, а також носіння у взутті устілок-супінаторів протягом року.

На підставі аналізу наявного матеріалу у наших спостереженнях в перші 2–3 роки після травми виявлена закономірність, що підтаранний ДОА

розвивається незалежно від якості первинного відновлення анатомії п'яткової кістки. Так, ознаки ОА були встановлені після оперативного втручання у випадках досягнення нормального співвідношення уламків або недостатньої репозиції уламків під час операції і в інших випадках при подальшому лікуванні, що призвело до втрати корекції з певних причин. Більш виразна ступінь тяжкості ОА була у пацієнтів після консервативного лікування, особливо в тих випадках, де застосовувалася іммобілізація гіпсовою пов'язкою без репозиції з подальшим відновним лікуванням.

Виходячи з представлених власних клінічних функціональних результатів лікування наслідків переломів п'яткової кістки та їх аналізу, модифікований спосіб коригуючого ПТА забезпечив умови формування кісткового анкілозу ПТС, дозволив відновити анатомію стопи до норми, що позитивно позначилося на прояві больового синдрому і функції стопи в цілому. Отримані нами результати узгоджуються з даними літератури (М.Е.А. Al-Ashhab, 2013; V. David et al., 2015).

Для ілюстрації приводимо клінічний приклад:

Пацієнт Н., 55 років, і/х №3534 надійшов у клініку 10.06.2019 р. З анамнезу: перебуваючи на заробітках за кордоном (Німеччина) травму отримав 17.03.2017 р. в результаті падіння зі сходів ($h \approx 2$ м). Обстежений у місцевому медичному закладі, де встановлено внутрішньосуглобовий імпресійний перелом правої п'яткової кістки зі зміщенням. Від зовнішньої іммобілізації і запропонованого оперативного лікування відмовився, покинувши країну. Надалі лікувався консервативно без іммобілізації та адекватної реабілітації. Надійшов у відділення зі скаргами на біль і набряк в ділянці заднього відділу правої стопи після тривалої ходьби. На момент звернення больові відчуття в пошкодженій стопі викликали щадну ходьбу (кульгавість). Клінічно – потовщення ЗВС, обсяг рухів у гомілковостопному суглобі склав S: 0/5°/30°, у ПТС – болоча тугорухливість в межах 5° (рис. 6.8).



Рис. 6.8 Зовнішній вигляд та функціональні знімки стопи при надходженні

На рентгенограмах у бічній і аксіальній проекціях з навантаженням визначається посттравматичний деформуючий ОА правої ПТС, III стадія (значне звуження суглобової щілини). Неправильно зрощений імпресійний перелом правої п'яткової кістки III ст. (негативний кут Böhler 8°, таранно-п'ятковий кут 14° та кут Meary 12°. На порівняльній контрлатеральній рентгенограмі в бічній проекції лівої стопи кут Böhler 30°, кут Meary 4°, а таранно-п'ятковий кут 40° (рис. 6.9, а-б-в).

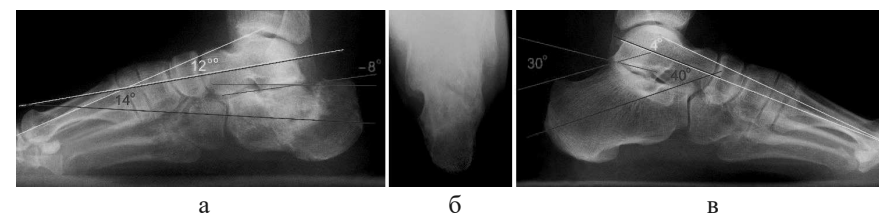


Рис. 6.9 Фотовідбитки рентгенограм правої стопи в бічній (а) і аксіальній (б) проекції; лівої стопи в бічній проекції (в) при надходженні

У передопераційному періоді анатомо-функціональна оцінка правої стопи за шкалою AOFAS склала 50 балів, за опитувальником FFI – 84, що за даними анкетування відповідає "незадовільному" результату.

Перед операцією провели планування майбутньої корекції ЗВС в сагітальній площині шляхом вимірювання величин відрізків на скіаграмі, значення яких вносили в розроблену комп'ютерну програму для розрахунку необхідної ширини основи клину при остеотомії тіла п'яткової кістки (рис. 6.10).

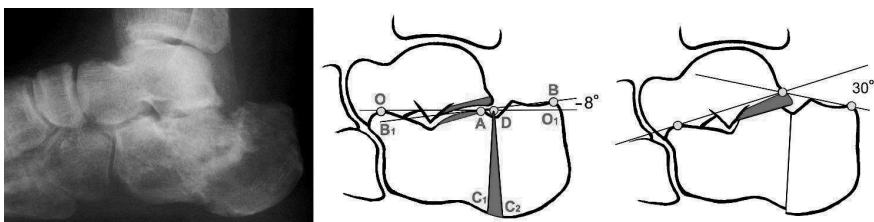


Рис. 6.10 Передопераційне планування корекції ЗВС на скіаграмі

В результаті внесення в програму визначених показників отримали розрахункові величини, які свідчать про те, що для відновлення необхідного кута Böhler (30°) від вихідного (-8°) потрібна ширина основи клину (C₁C₂), яка дорівнює 11,5 мм (рис. 6.11).

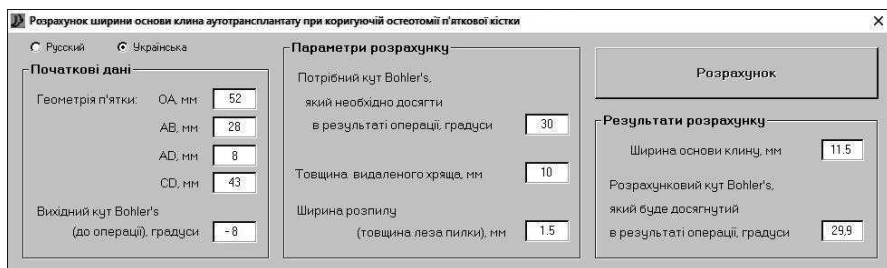


Рис. 6.11 Передопераційний розрахунок ширини основи клину при остеотомії з використанням комп'ютерної програми

Після відповідної підготовки хворому проведена операція: S-подібним доступом виділена ділянка правого ПТС, потім виконана клиноподібна остеотомія у фронтальній площині і коригуючий ПТА з міжфрагментарною компресією суглобових поверхонь ПТС гвинтами (рис. 6.12).

На інтраопераційних знімках за допомогою ЕОП та контрольних рентгенограмах в стандартних проекціях визначається досягнення необхідної величини корекції в сагітальній площині після операції (рис. 6.13). В післяопераційному періоді отримував симптоматичне медикаментозне лікування і перев'язки з антисептиками. Рана зажила первинним натягом. Після

виписки зі стаціонару зовнішня іммобілізація гіпсовою лонгетою без вагового навантаження на оперовану стопу протягом 10 тижнів.

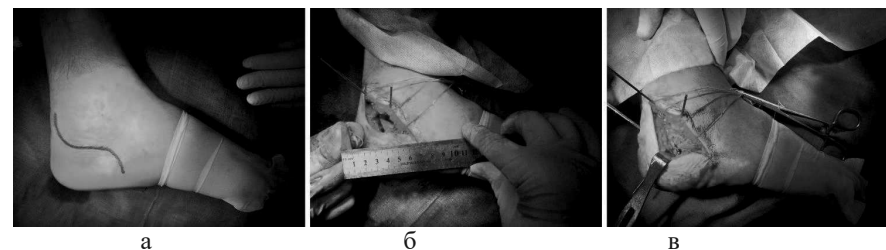


Рис. 6.12 Інтраопераційні етапи артродезу: доступ (а), ширина вилученого клину (б), міжфрагментарна стабілізація уламків (в)



Рис. 6.13 Зовнішній вигляд х-го, контрольні інтраопераційні знімки ЕОП та фотовідбитки рентгенограм стопи після операції

Рекомендували дозоване навантаження на стопу, яке тривало до верифікації кісткового анкілозу ПТС – 4 тижні, потім без обмежень. Хворий обстежений через 2 роки після операції. Ходить без додаткової опори, не кульгає. На контрольних рентгенограмах з навантаженням наявні ознаки кісткового анкілозу ПТС. Референтні кути, що відображають архітектоніку стопи, відновлені в межах норми: кут Meary 6°, таранно-п'ятковий кут 36° та втрата корекції кута Böhler склала 5° (рис. 6.14).

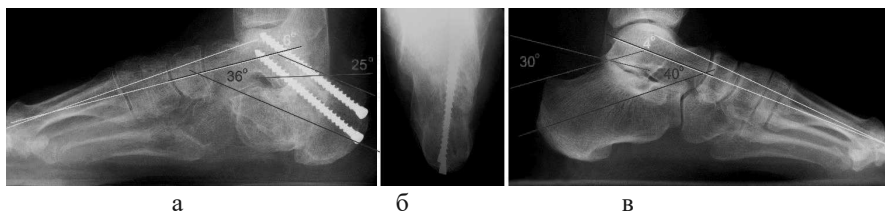


Рис. 6.14 Порівняльні фотовідбитки рентгенограм у бічній (а), аксіальній (б) проекціях правої стопи після лікування і бічної проекції (в) лівої стопи

Скарги на незначні болі при ходьбі по нерівній та похилій поверхні, помірний набряк після тривалого навантаження. Амплітуда рухів у гомілковостопному суглобі безболісна та склала S: 10°/0/45°. Функціональна оцінка за AOFAS – 90 балів, FFI – 10, що відповідає значному поліпшенню функціонального стану стопи і відмінному результату (рис. 6.15).



Рис. 6.15 Зовнішній вигляд стопи та функціональний результат через 2 роки після лікування

Таким чином, використання запропонованого способу ПТА з використанням коригуючої клиноподібної резекції п'яткової кістки показало кращі результати у відновленні функціонального стану ЗВС, тому розроблений спосіб може бути методом вибору у фахівців при лікуванні патології даної локалізації і мати широке застосування в ортопедо-травматологічній практиці.

РОЗДІЛ 7 РЕАБІЛІТАЦІЯ ХВОРИХ ПІСЛЯ ПОШКОДЖЕНЬ ПІДТАРАННОГО СУГЛОБА

Реабілітація хворих з переломами кісток ЗВС до теперішнього часу залишається актуальною проблемою. В процесі лікування хворих з внутрішньосуглобовими переломами таранної та п'яткової кісток виникає протиріччя, з одного боку пов'язане з необхідністю тривалої іммобілізації кінцівки, а з іншого – прагненням відновити функцію стопи в ранні терміни. Ефективність відновлення працездатності постраждалих значною мірою залежить від застосування методів лікування, своєчасної та якісної реабілітації.

Нами на основі інноваційних технологій розроблений комплекс реабілітаційних заходів спрямованих на профілактику ускладнень і відновлення функції стопи в післяопераційному періоді. Основні етапи медичної реабілітації здійснювали, дотримуючись методичних її принципів, таких як – ранній початок, безперервність і комплексний характер заходів.

Реабілітаційний комплекс для хворих, які лікувалися консервативно, після зняття гіпсової пов'язки включав медикаментозне (нестероїдні препарати, ангіо- хондропротектори), фізіо-функціональне (електрофорез, ЛФК) і місцеве лікування (теплі ванни, грязелікування, масаж), спрямоване на відновлення функції нижньої кінцівки.

Функціональні результати після оперативних втручань значною мірою залежали від ранньої реабілітації. Курс відновного лікування в гострому періоді травми (I етап) передбачав з наступного дня після операції профілактику ускладнень, відновлення функції суглобів і тривав протягом 2 тижнів. Ранні активні рухи в гомілковостопному і ПТС сприяли спаданню посттравматичного набряку і поступовому перебігу післяопераційного періоду.

Період іммобілізації (II етап) тривав від моменту виписки хворих зі стаціонару до зняття зовнішньої іммобілізації (апарату або гіпсової пов'язки). У

цей період для попередження функціональних порушень, поліпшення працездатності м'язів, а також трофіки м'яких тканин стопи збільшували інтенсивність навантажень під час занять ЛФК. Дозволяли ходьбу за допомогою додаткових засобів опори без навантаження на пошкоджену стопу.

Відновлення функції самообслуговування і підготовка до професійної діяльності (III етап) тривали від зняття зовнішньої іммобілізації до виписки постраждалих до праці. Термін іммобілізації коливався від 6 тижнів до 3 місяців. Тому для швидкого відновлення функції була необхідна рання активізація, яка полягала у використанні кінезіотерапії (активний і пасивний рух у всіх суглобах стопи) і заходів, спрямованих на зниження набряку в пошкодженій стопі. З метою зниження набрякості використали лімфодренажний масаж і ЛФК (поперемінне піднімання ніг вище рівня грудей), а також фізіотерапевтичні процедури (магнітотерапію). Призначення процедур залежало від провідного синдрому характерного на етапах репаративної регенерації (больовий, набряковий, дистрофічний) або метаболічних порушень.

Відомо, що при консервативному лікуванні або оперативних втручань на кістках ЗВС, як правило, в результаті тривалої іммобілізації виключається осьове навантаження на стопу протягом 4–6 тижнів, внаслідок чого розвиваються ознаки післяіммобілізаційного локального ОП. Пацієнтам з різною вагою досить складно у післяопераційному періоді дотримуватися рекомендованого навантаження 20% від маси свого тіла на нижню кінцівку (Р.Л. Шевц, 2004). При цьому важливо, щоб контроль навантаження був постійним, оскільки надмірне навантаження сприяє формуванню різних деформацій, пролапсу блоку при асептичному некрозі таранної кістки, а також втрати досягнутої корекції кута Böhler при переломах п'яткової кістки.

У зв'язку з даною проблемою використали в рамках дослідження розроблений на кафедрі «Пристрій для визначення навантаження на ногу» (патент України на корисну модель №100049 від 10.07.2015 р.), за консультативної та технічної допомоги інженера медичного устаткування П.В. Данілова. Аналізатор вагового навантаження на нижню кінцівку

"RehabiliStep" був успішно апробований в реабілітаційному періоді і довів свою ефективність після внутрішньокісткового остеосинтезу блокованим стрижнем у хворих з діафізарними переломами кісток гомілки. Тому ми рекомендували хворим дозоване навантаження з використанням розробленого аналізатора. Осьове навантаження на стопу пацієнти поступово збільшували щотижня на 20% до повного навантаження. Повне навантаження на пошкоджену стопу дозволяли залежно від виду і тяжкості пошкодження, а також віку і маси тіла хворого.

Аналізатор навантаження досить простий, портативний і зручний для практичного вживання у хворих з переломами кісток ЗВС, оскільки забезпечує найбільш точний контроль величини оптимального вагового навантаження за рахунок використання сучасних інноваційних цифрових технологій (рис. 7.1).



Рис. 7.1 Аналізатор вагового навантаження "RehabiliStep"

Принцип роботи пристрою заснований на тому, щоб відстежувати навантаження на нижню кінцівку шляхом завантаження в програму мікроконтролера значення ваги пацієнта, після чого реєструється поточне значення вагового навантаження на стопу в реальному часі під час ходьби. Сенсорний блок з устілкою та датчиком розташовується у взутті під п'ятою пацієнта, а основний блок кріпиться на гомілці за допомогою ремня (рис. 7.2).

Якщо поточне значення на датчику ваги перевищує задане значення 20%, то пристрій спрацьовує шляхом подачі звукової сигналізації, оповіщаючи пацієнта про надмірне навантаження на стопу.

Якщо значення ваги з датчика наближається до критичного навантаження, то для сповіщення пацієнта пристрій починає вібрувати.



Рис. 7.2 Зовнішній вигляд пристрою для визначення навантаження на стопу

Вбудована в плату незалежна пам'ять надає можливість контролювати дані конкретного пацієнта та зберігати статистику його навантаження на нижню кінцівку протягом певного періоду.

Пацієнт або його лікар, можуть у будь-який момент на сервері проглянути статистику навантаження на стопу. У випадку якщо пацієнт надмірно або недостатньо навантажує стопу, система повідомить про це пацієнта або лікаря електронним листом.

При налаштуванні пристрою пацієнт самостійно вводить параметри своєї домашньої мережі Wi-Fi, що дозволяє даному пристрою після кожного сеансу реабілітації посилати статистику на сервер (рис. 7.3).

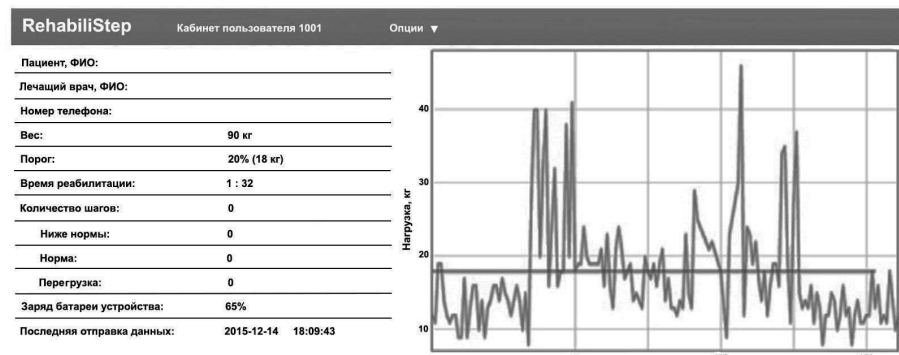


Рис. 7.3 Зовнішній вигляд головної сторінки сервера статистики

Дані зі сервера можуть також показати повну відсутність навантаження тривалий період часу, що може бути використане лікарем для ухвалення

рішення про зміну методики реабілітації. Застосовувати дозатор навантаження рекомендуємо протягом 4 тижнів після зняття гіпсової пов'язки або демонтажу апарату. Динаміка осьового навантаження на стопу поступово збільшується кожного тижня на 20% до повного навантаження.

Лікувальна гімнастика була основою програми відновного лікування і залежала від рекомендованого рівня дозованого осьового навантаження і обсягу рухів в оперованій кінцівці, яку доповнювали в умовах центру реабілітації стоянням і ходьбою на носках, зовнішньому і внутрішньому краї стоп, хапальних рухів пальцями, стояння і катання на м'ячі або валику. Для попередження кульгавості і відновлення втрачених рухових навичок хворих навчали ходьбі, використовуючи слідові доріжки, скошені поверхні для тренувань пронаційно-супінаційних рухів, похилій площині і сходінках сходів.

У домашніх умовах хворим з переломами таранної кістки призначали приймати дезагреганти, реотропні та метаболічні препарати з метою профілактики асептичного некрозу. Рекомендували також приймати теплі ножні ванни, займатися лікувальною гімнастикою, самомасажем і протягом року після перелому п'яtkової кістки при ходьбі користуватися вкладкою для взуття – ортопедичною устілкою-супінатором, що сприятиме відновленню правильного стереотипу ходьби у постраждалих.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Березовский, В.А., & Колотилов, Н.Н. (1990). *Биофизические характеристики тканей человека: Справочник*. Киев: Наукова думка.
2. Васюта, В.С., Горголь, Н.Н., Яковцева, И.И., & Паламарчук, В.В. (2000). Возрастная морфо-функциональная характеристика кровоснабжения таранной кости. *Ортопедия, травматология и протезирование*, 2 (539), 43-45.
3. Витько, Н.К., & Буковская, Ю.В. (2000). Компьютерная томография в диагностике поврежденной таранной кости. *Медицинская визуализация*, 3, 47-52.
4. Гаврилов, И.И. (2010). Накостный металлоостеосинтез внутрисуставных переломов пяточной кости. *Травма*, 5 (11), 530-532.
5. Гайко, Г.В., Нікітін, П.В. & Калашников А.В. (2002). Причины інвалідності у хворих з пошкодженнями кісток стопи. *Вісник ортопедії, травматології та протезування*, 4 (35), 79-83.
6. Гатина, Э.Б., Митронин, М.И., & Ахтямов, И.Ф. (2013). Инфекционные осложнения как показатель смены вариантов лечения в травматологии и ортопедии. *Актуальные проблемы медицины*, 2, 34-36.
7. Добровольская, О.В., & Торопцова, Н.В. (2016). Затраты на лечение больных с осложнённым остеопорозом в течение одного года после перелома. *Остеопороз и остеопатии*, 2, 15-16.
8. Ефимов, Р.В. (2000). *Оперативные доступы на стопе*. *Медицина и ...*, 1 (6), 1-8.
9. Ігнат'єв, О.М., Полівода, О.М., Турчин, М.І., Єрмоленко, Т.О., & Прутян, Т.Л. (2019). Клінічні рекомендації з діагностики, профілактики та лікування остеопорозу. *Вісник морської медицини*, 3 (84), 28-38.
10. Катаев, І.А., Танцюра, В.П., & Лобко, О.Я. (1995). Уніфікована комбінована спицестрижнева система черезкісткової керованої фіксації "Остеомеханік". *Ресстр медико-біологічних і науково-технічних нововведень*. Київ, 5, 42/5/5.
11. Климовицкий, В.Г., Антонов, А.А., Лавриненко, О.В., & Черныш, В.Ю. (2011). Особенности хирургической реабилитации больных с оскольчатыми переломами таранной кости. *Літопис травматології та ортопедії*, 1-2 (21-22), 288.
12. Козопас, В.С. (2017). Аналіз сучасного стану лікування внутрішньо-суглобових переломів п'яткових кісток. *Травма*, 2 (18), 103-105.
13. Козопас, В.С., Лобанов, В.Г., Сіклицький, В.В., та ін., (2017). Клінічні аспекти діагностики та лікування внутрішньосуглобових переломів п'яткових кісток. *Травма*, 6 (18), 174-179.
14. Колесников, А.М. (2013). Наш опыт оперативного лечения внутрисуставных компрессионных переломов пяточной кости. *Травма*, 3 (14), 30-32.
15. Корж, Н.А., Герасименко, С.И., Климовицкий, В.Г. та ін. (2010). Распространённость переломов костей и результаты их лечения в Украине (клинико-эпидемиологическое исследование). *Ортопедия, травматология и протезирование*, 3 (580), 5-14.
16. Корж, Н.А., & Ярёмченко, Д.А. (2003). Структурно-функциональные особенности стопы как органа опоры и передвижения. *Ортопедия, травматология и протезирование*, 3 (552), 36-41.
17. Корж, М.А., Яременко, Д.О., Горидова, Л.Д., & Романенко, К.К. (2010). Помилки та ускладнення в ортопедо-травматологічній практиці. *Ортопедия, травматология и протезирование*, 2 (579), 5-10.
18. Корзун, О.А., Ситник, А.А., & Линов, А.Л. (2015). Минимально инвазивный и открытый остеосинтез в лечении внутрисуставных переломов пяточной кости. *Медицинские новости*, 8 (251), 16-20.
19. Левченко, А.В. (2013). *Клинико-биомеханическое обоснование минимально инвазивного металлоостеосинтеза в лечении закрытых переломов пяточной кости*. Диссертация кандидата наук. Киев.
20. Лябах, А.П. (2003). *Клінічна діагностика деформацій стопи*. Київ : ЗАТ "Атлант ЮЕМСі".
21. Лябах, А.П. (2000). Ускладнення після переломів п'яткової кістки та їх

- хірургічне лікування. *Вісник ортопедії, травматології та протезування*, 2 (25), 17-19.
22. Лябах, А.П., Анкін, М.Л., & Турчин, А.М. (2011). Оперативне лікування закритих переломів таранної кістки. *Травма*, 2 (12), 68-71.
23. Лябах, А.П., Міхневич, О.Е., & Нанинець, В.Я. (2010). Оперативне лікування внутрішньосуглобових переломів п'яtkової кістки. *Травма*, 2 (11), 204-208.
24. Лябах, А.П., Міхневич, О.Е., & Нанинець, В.Я. (2009). Переломи п'яtkової кістки : порівняльний аналіз оперативного та консервативного лікування. *Вісник ортопедії, травматології та протезування*, 3 (62), 37-40.
25. Лябах, А.П., Нанинець, В.Я., Омельченко, Т.М., & Хомич, С.В. (2012). Підтаранний артродез у лікуванні хворих з неправильно-консолідованими переломами п'яtkової кістки. *Вісник ортопедії, травматології та протезування*, 2 (73), 15-19.
26. Лябах, А.П., Омельченко, Т.М., Нанинець, В.Я., & Хомич, С.В. (2013). Діагностичне та прогностичне значення окремих клініко-рентгенологічних показників при переломах п'яtkової кістки та їх наслідках. *Літопис травматології та ортопедії*, 1-2 (25-26), 118-122.
27. Лябах, А.П., Омельченко, Т.М., Хомич, С. В., & Нанинець, В.Я. (2012). Лікування переломів п'яtkової кістки та їх наслідків (огляд літератури). *Вісник ортопедії, травматології та протезування*, 3 (74), 70-75.
28. Маркс, В.О. (1978). *Ортопедическая диагностика : руководство для врачей*. Минск : Наука и техника.
29. Мюллер, М.Е., Алльговер, М., Шнейдер, Р., & Виллинеггер, Х. (1996). *Руководство по внутреннему остеосинтезу: пер. с англ.* Москва : Ad Marginem.
30. Нанинець, В.Я., & Лябах, А.П. (2016). Диференційна діагностика больового синдрому в задньому відділі стопи у пацієнтів із неправильно зрощеними переломами п'яtkової кістки. *Вісник ортопедії, травматології та протезування*, 2 (89), 53-57.


31. Нанинець, В.Я., Турчин, А.М., & Кулева, О.В. (2018). Реконструктивно-відновні операції при наслідках переломів п'яtkової кістки. *Літопис травматології та ортопедії*, 1-2 (37-38), 236-237.
32. Нікітін, П.В. (2005). *Діагностика та лікування пошкоджень кісток стопи*. Київ : Фенікс.
33. Нікітін, П.В. (2004). Результати лікування хворих із переломами та переломовивихами таранної кістки. *Вісник ортопедії, травматології та протезування*, 3 (42), 30-37.
34. Нікітін, П.В. (2005). Тактика лікування пошкоджень кісток стопи у хворих із множинною та поєднаною травмою. *Вісник ортопедії, травматології та протезування*, 3 (46), 45-49.
35. Нікітін, П.В., Калашніков, А.В., & Попов, О.В. (2004). Помилки та ускладнення у лікуванні хворих із переломами та перелоמו-вивихами кісток стопи. *Вісник ортопедії, травматології та протезування*, 2 (41), 75-77.
36. Нікітін, П.В., Лакша, А.М., & Шидловський, М.С. (2004). Визначення та порівняння жорсткості фіксації уламків надп'яtkової кістки при використанні різних методик остеосинтезу. *Вісник ортопедії, травматології та протезування*, 4 (43), 44-49.
37. Нікітін, П.В., Лакша, А.М., & Шидловський, М.С. (2004). Натурне дослідження жорсткості різних типів оперативної фіксації п'яtkової кістки при внутрішньосуглобових переломах. *Літопис травматології та ортопедії*, 1-2 (7-8), 16-20.
38. Нікітін, П.В., Солдатенко, С.В., & Ріхтер, О.А. (2004). Результати лікування хворих із внутрішньосуглобовими переломами п'яtkових кісток після остеосинтезу пластинами. *Травма*, 3 (5), 343-347.
39. Нікітін, П.В., Солдатенко, С.В., & Ріхтер, О.А. (2004). Результати оперативного лікування хворих із відривними позасуглобовими переломами горба п'яtkової кістки. *Військова медицина України*, 1-2 (4), 58-62.
40. Нікітін, П.В., & Чкалов, О.В. (2003). Біомеханічна оцінка альтернативних способів репозиції язикоподібного фрагмента при внутрішньосуглобовому

- переломі п'яtkової кістки. *Вісник ортопедії, травматології та протезування*, 1 (36), 43-47.
41. Омельченко, Т.М., Бур'янов, О.А., & Лябах, А.П. (2017). Регенеративні технології в комплексному лікуванні пацієнтів з остеохондральними пошкодженнями гомілковостопного суглоба та їх наслідками. *Вісник ортопедії, травматології та протезування*, 3 (94), 51-57.
42. Омельченко, Т.М., Бур'янов, О.А., Лябах, А.П., Соболевський, Ю.Л., & Турчин, О.А. (2018). Класифікація остеохондральних пошкоджень гомілковостопного суглоба та їх наслідків. *Літопис травматології та ортопедії*, 1-2 (37-38), 100-104.
43. Павлишен, Ю.И. (2012). Внешняя фиксация переломов таранной кости. *Травма*, 3 (13), 155-158.
44. Паламарчук, В.В. (2002). *Лікування переломів, перелома-вивихів таранної кістки, підтаранних вивихів стопи та суміжних пошкоджень*. Автореферат кандидатської дисертації. Харків.
45. Переломи п'яtkової кістки (2018). *Уніфікований клінічний протокол первинної, вторинної (спеціалізованої) та третинної (високоспеціалізованої) медичної допомоги*. Київ.
46. Переломи таранної кістки (2018). *Уніфікований клінічний протокол первинної, вторинної (спеціалізованої) та третинної (високоспеціалізованої) медичної допомоги*. Київ.
47. Попсуйшапка, К.О. (2016). Метааналіз результатів лікування вибухових переломів нижньогрудного та поперекового відділів хребта. *Ортопедия, травматология и протезирование*, 4 (605), 134-142.
48. Прозоровский, Д.В., Паламарчук, В.В., Горидова, Л.Д., & Романенко, К.К. (2007). Профилактика развития осложнений в лечении переломов таранной кости. *Травма*, 3 (8), 312-316.
49. Радомський, О.А., & Рябоконт, П.В. (2014). Розробка способу остеосинтезу внутрішньосуглобових переломів п'яtkової кістки блокуванням стрижнем (остеометричне дослідження). *Травма*, 3 (15), 76-79.
50. Радченко, В.А., & Попсуйшапка, К.А. (2009). Современные подходы к хирургическому лечению поврежденной позвоночника. *Ортопедия, травматология и протезирование*, 3 (576), 89-92.
51. Радченко, В.О., Попсуйшапка, К.О., & Тесленко, С.О. (2017). Сучасний погляд на лікування вибухових переломів грудо-поперекового відділу хребта (огляд літератури). Частина 1. *Травма*, 6 (18), 152-161.
52. Сіменач, Б.І., Снісаренко, П.І., & Бабуркіна, О.П. (2004). *Артроз як теоретично-методологічна проблема*. Харків : Крокс.
53. Страфун, С. С., Гайович, В. В., & Долгополов, О. В. (2013). Відновлення функції стопи у пацієнтів з ішемічною контрактурою та ушкодженням периферичних нервів нижньої кінцівки. *Травма*, 6 (14), 83-89.
54. Сухін, Ю.В., Данілов, П.В., Сухін, А.Ю., & Малишев, І.В. (2015). *Пристрій для визначення навантаження на ногу*. Патент України № 100049.
55. Турчин, А.М., Анкін, М.Л., Лябах, А.П., Омельченко, Т.М., Шидловський, М.С., & Димань, М.М. (2016). Хірургічне лікування переломів таранної кістки із застосуванням біомеханічно обґрунтованої системи фіксації уламків кісток. *Врачебное дело*, 3-4 (1138), 91-95.
56. Турчин, А.М., Лябах, А.П., Анкін, М.Л., Омельченко, Т.М., & Бесарабєць, Ю.Й. (2013). Анатомо-біомеханічні аспекти переломів таранної кістки та їх остеосинтез із застосуванням зустрічно-компресуючих гвинтів. *Вісник ортопедії, травматології та протезування*, 4 (79), 58-62.
57. Турчин, А. М., Омельченко, Т. М., Турчин, О. А., & Хомич, С. В. (2013). Сучасні уявлення про особливості анатомії і кровопостачання таранної кістки (інформаційно-аналітичний огляд). *Літопис травматології та ортопедії*, 1-2 (25-26), 169-172.
58. Черныш, В.Ю., Лобко, А.Я., Демьяненко, Р.Ю., Чернецкий, В.Ю., & Уманский, К.С. (2012). Усовершенствованный способ лечения переломов пяточной кости методом наружного чрескостного остеосинтеза. *Травма*, 2 (13), 124-126.
59. Шидловський, М.С., Турчин, А.М., & Димань, М.М. (2015). Біомеханічні

- характеристики різних способів фіксації переломів таранної кістки. *Вісник НТУУ, КПІ: Машинобудування*, 2 (74), 51-60.
60. Шимон, В.М., Шерегій, А.А., Меклеш, Ю.Ю., & Литвак, В.В. (2018). Наш перший клінічний досвід застосування біокомпозиту β -трикальційфосфат у складі гранул біомін ГТ міх при лікуванні переломів п'яткової кістки. *Травма*, 2 (19), 60-63.
61. Шимон, В.М., Шимон, М.В., Шерегій, А.А., Литвак, В.В., Стойка, В.В., & Пушкаш, І.І. (2017). Лікування ушкоджень хребта у хворих із політравмою. *Травма*, 4 (18), 102-105.
62. Ярёмченко, Д.А. (2004). Рентгенологическое исследование в оценке анатомо-функционального состояния стопы. *Ортопедия, травматология и протезирование*, 1 (554), 16-20.
63. Ahrberg, A.B., Leimcke, B., Tiemann, A.H., Josten, C., & Fakler, J.K. (2014). Missed foot fractures in polytrauma patients: a retrospective cohort study. *Patient Safety in Surgery*, 1 (8), 10.
64. Amlang, M.H., & Rammelt, S. (2016). Calcaneal nail C-nail. *Unfallchirurgie*, 119 (3), 239-244.
65. ANSYS Workbench (2009). User's Guide. Release 12.1, 124.
66. Backes, M., Schepers, T., & Beerekamp, M.S.H. (2014). Wound infections following open reduction and internal fixation of calcaneal fractures with an extended lateral approach. *International Orthopaedics*, 4 (38), 767-773.
67. Böhler, L. (1931). Diagnosis, pathology and treatment of fractures of the os calcis. *The Journal of Bone & Joint Surgery*, 13, 75-89.
68. Broden, B. (1949). Roentgen examination of the subtaloid joint in fractures of the calcaneus. *Acta Radiology*, 1 (31), 85-91.
69. Buza Jr., J.A., & Leucht, P. (2018). Fractures of the talus: Current concepts and new developments. *Foot & Ankle Surgery*, 24 (4), 282-290.
70. Canale, S.T., & Kelly, F.B. (1978). Fractures of the neck of the talus. Long term evaluation of seventy-one cases. *The Journal of Bone & Joint Surgery*, 2 (60-A), 143-156.
71. Carr, J. (1993). Mechanism and pathoanatomy of the intraarticular calcaneal fracture. *Clinical Orthopaedic*, 290, 36-40.
72. Charlson, M.D., Parks, B.G., Weber, T.G., & Guyton, G.P. (2006). Comparison of plate and screw fixation and screw fixation alone in a comminuted talar neck fracture model. *Foot & Ankle International American Orthopaedics*, 5 (27), 340-343.
73. Chen, D.W., Li, B., & Yang, Y. (2013). Clinical outcomes of surgical treatment for talar malunions and nonunions. *Acta Orthopaedica Brasilica*. 4 (21), 226-232.
74. Coltart, W.D. (1952). Aviator's astragalus. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 34-B, 545-566.
75. Crosby, L.A., & Kamins, P. (1991). The history of the calcaneal fracture. *Orthopaedic Review*, 6 (20), 501-509.
76. Essex-Lopresti, P. (1952). The mechanism, reduction technique and results in fractures of the os calcis. *British Journal of Surgery*, 156 (39), 395-419.
77. Fournier, A., Barba, N., Steiger, V. et al. (2012). Total talar fracture - long-term results of internal fixation of talar fractures. A multicentric study of 114 cases. *Orthopaedics and Traumatology: Surgery and Research*, 98 (4), 48-55.
78. Gelberman, R.H., & Mortensen, W.W. (1983). The arterial anatomy of the talus. *Foot & Ankle*, 4, 64-72.
79. Gerken, N., Yalamanchili, R., Yalamanchili, S., Penagaluru, P., & Cox, G. (2011). Talar revascularization after a complete talar extrusion. *Journal of Orthopaedic Trauma*, 25 (11), 107-110.
80. Gissane, W. (1951). A dangerous type of fracture of the foot. *The Journal of Bone & Joint Surgery*, 4 (33-B), 535-538.
81. Gonzalez, T.A., Enrlichman, L.K., Macaulay, A.A., Gitajn, I.L., Toussaint, R.J., Zurakowski, D., & Kwon, J.Y. (2016). Determining measurement error for Bohler's angle and the effect of X-ray obliquity on accuracy. *Journal of Foot and Ankle Spec.*, 9 (5), 409-416.
82. Grear, B.J. (2016). Review of talus fractures and surgical timing. *Orthopedic Clinics of North America*, 47 (3), 625-637.
83. Griffin, D., Parsons, N., Shaw, E., Kulikov, Yu., Hutchinson, C., Thorogood,

- M., & Lamb, S.E. (2014). Operative versus nonoperative treatment for closed, displaced, intra-articular fractures of the calcaneus: randomised controlled trial. *British Medecine Journal*, 349, 44-83.
84. Gustilo, R.B., & Anderson, J.T. (1976). Prevention of infection in the treatment of one thousand and twenty-five open fractures of long bones: retrospective and prospective analyses. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 58-A, 453-458.
85. Halvorson, J.J., Winter, S.B., Teasdall, R.D., & Scott, A.T. (2013). Talar neck fractures: a systematic review of the literature. *Journal of Foot & Ankle Surgery off publ am coll Foot Ankle Surg.*, 1 (52), 56-61.
86. Hamroongroj, T., Tangmanasakul, A., Choursamran, N., & Sudjai, N. (2015). Measurement technique of calcaneal varus from axial view radiograph. *Indian Journal of Orthopaedic*, 49 (2), 223-226.
87. Harris, R.I. (1946). Fractures of the os calcis; their treatment by tri-radiate traction and subastragalar fusion. *Annals Surgery*, 124, 1082-1100.
88. Hawkins, L.G. (1970). Fractures of the neck of the talus. *The Journal of Bone & Joint Surgery*, 5 (52-A), 991-1002.
89. Inokuchi, S., Hashimoto, T., & Usami, N. (1997). Posterior subtalar dislocation. *Journal of Trauma*, 2 (42), 310-313.
90. Jackson, J. B., Jacobson, L., Banerjee, R., & Nickisch, F. (2015). Distraction subtalar arthrodesis. *Foot and Ankle Clinics*, 2 (20), 335-351.
91. Jin, C., Weng, D., Yang, W., He, W., Liang, W., Qian, Y. (2017). Minimally invasive percutaneous osteosynthesis versus ORIF for Sanders type II and III calcaneal fractures: a prospective randomized intervention trial. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, 1, 10-19.
92. Karns, M., Dailey, S.K., & Archdeacon, M.T. (2015). Treatment of calcaneal fracture with severe soft tissue injury and osteomyelitis: a case report. *Foot & Ankle Surgery*, 54 (5), 973-977.
93. Kellgren, J.H., & Lawrence, J.S. (1957). Radiological assessment of osteoarthritis. *Annals of the rheumatic diseases*, 16(4), 494-502.
94. Kumar, S.V., Krishna, L.G., Singh, D., Kumar, P., Arora, S., & Dhaka, S. (2015). Evaluation of functional outcome and complications of locking calcaneum plate for fracture calcaneum. *Journal of Clinical Orthopaedic Trauma*, 6 (3), 147-152.
95. Lamm, B.M., Stasko, P.A., Gesheff, M.G., & Bhave, A. (2016). Normal foot and ankle radiographic angles, measurements, and reference points. *Journal of Foot and Ankle Surgery*, 55(5), 991-998.
96. Magerl, F., Aebi, M., Gertzbein, S.D., Harms, S., & Nosarian, S. (1994). A comprehensive classification of thoracic and lumbar injuries. *European Spine Journal*, 4 (3), 184-201.
97. Marti, R. (1971). Talusfracturen. *Zur Unfallchirurgic Versicherungsmed Berufskr.*, 64, 108-112. PMID: 5146707
98. McCormack, T., Karaikovic, E., & Gaines, R.W. (1994). The load sharing classification of spine fractures. *Spine*, 19, 1741-1744.
99. Meena, S., Gangary, S.K., & Sharma, P. (2016). Operative versus nonoperative treatment for displaced intraarticular calcaneal fracture: a meta-analysis of randomised controlled trials. *Journal of Orthopaedics Surgery (Hong Kong)*, 3 (24), 411-416.
100. Meyerson, M., & Manoli, A. (1993). Compartment syndromes of the foot after calcaneus fractures. *Clinical Orthopaedics*, 269, 241-248.
101. Mulfinger, G.L., & Trueta, J. (1970). The blood supply of the talus. *The Journal of Bone & Joint Surgery*, 52-B, 160-167.
102. Nicola R. (2013). Early total care versus Damage Control: current concepts in the orthopedic care of polytrauma patients. *ISRN Orthopedic*, 13, 329-452.
103. Netter, F.H. (2011). *Atlas of human anatomy (5 edition)*. Saunders Elsevier.
104. Omoto, H., & Nakamura, K. (2001). Method for manual reduction of displaced intra-articular fracture of the calcaneus. *Foot & Ankle International*, 11 (22), 874-879.
105. Pillai, A., Basappa, P., & Ehrendorfer, S. (2007). Modified Essex-Lopresti /Westhues reduction for displaced intra-articular fractures of the calcaneus. Description of surgical technique and early outcomes. *Acta Orthopaedica Belgium*, 73, 83-87.

106. Prasarn, M.L., Miller, A.N., Dyke, J.P., Helfet, D.L., & Lorich, D.G. (2010). Arterial anatomy of the talus: a cadaver and gadolinium-enhanced MRI study. *Foot & Ankle International*, 31, 987-993.
107. Rammelt, S., Amlang, M., Barthel, S., Gavlik, J.M., & Zwipp, H. (2010). Percutaneous treatment of less severe intraarticular calcaneal fractures. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 468 (4), 983-990.
108. Rammelt, S., & Zwipp, H. (2013). Corrective arthrodeses and osteotomies for post-traumatic hindfoot malalignment: indications, techniques, results. *International Orthopaedics*, 9 (37), 1707-1717.
109. Reilingh, M.L., Beimers, L., Tuijthof, G.J., Stufkens, S.A., Maas, M., & Van Dijk, C.N. (2010). Measuring hindfoot alignment radiographically: the long axial view is more reliable than the hindfoot alignment view. *Skeletal Radiology*, 39 (11), 1103-1108.
110. Romash, M.M. (1993). Reconstructive osteotomy of the calcaneus with subtalar arthrodesis for malunited calcaneal fractures. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 290, 157-167.
111. Sanders, R. (2000). Displaced intra-articular fractures of the calcaneus. *The Journal of Bone & Joint Surgery*, 2 (82-A), 225-250.
112. Sanders, D.W., Busam, M., Hattwick, E., Edwards, J.R., McAndrew, M.P., & Johnson, K.D. (2004). Functional outcomes following displaced talar neck fractures. *Journal of Orthopaedic Trauma*, 18 (5), 265-270.
113. Sanders, R., Vaupel, Z.M., Erdogan, M., & Downes, K. (2014). Operative treatment of displaced intraarticular calcaneal fractures: long-term (10-20 Years) results in 108 fractures using a prognostic CT classification. *Journal of Orthopaedic Trauma*, 10 (28), 551-563.
114. Schatzker, J., & Tile, M. (1987). *The rationale of operative fracture care*. Berlin, Heidelberg, New York, London, Paris, Tokyo : Springer-Verlag.
115. Schepers, T. (2013). The subtalar distraction bone block arthrodesis following the late complications of calcaneal fractures: A systematic review. *Foot & Ankle*, 1 (23), 39-44.
116. Schepers, T., & Patka, P. (2009). Treatment of displaced intra-articular calcaneal fractures by ligamentotaxis: Current concepts' review. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, 12 (129), 1677-1683.
117. Tang, H., Han, K., & Li, M. (2010). Treatment of Hawkins type II fractures of talar neck by a vascularized cuboid pedicle bone graft and combined internal and external fixation: a preliminary report on nine cases. *Journal of Trauma*, 69 (4), 1-5.
118. Vallier, H.A. (2015). Fractures of the talus: state of the art. *Journal of Orthopaedic Trauma*, 29 (9), 385-392.
119. Wallin, K.J., Cozzetto, D., Russell, L., Hallare, D.A., & Lee, D.K. (2014). Evidence-based rationale for percutaneous fixation technique of displaced intra-articular calcaneal fractures: a systematic review of clinical outcomes. *Journal of Foot & Ankle Surgery*, 6 (53), 740-743.
120. Webster, J., & Osborne, S. (2012). Preoperative bathing or showering with skin antiseptics to prevent surgical site infection. *Cochrane Database System Review*, 9.
121. Westhues, H. (1934). Eine neue Behandlungsmethode der Calcaneusfrakturen. *Archives Orthopaedic Unfallchirurgie*, 35, 121-128.
122. Whitaker, C., Turvey, B., & Illical, E.M. (2018). Current concepts in talar neck fracture management. *Current Review Musculoskeleton Medical*, 11 (3), 456-474.
123. Wiersema, B., Brokaw, D., & Weber, T. (2011). Musapatika complications associated with open calcaneus fractures. *Foot & Ankle International*, 32 (11), 1052-1057.
124. Worsham, J.R., Elliott, M.R., & Harris, A.M. (2016). Open calcaneus fractures and associated injuries. *Foot & Ankle Surgery*, 55 (1), 68-71.
125. Xue, Y., Zhang, H., Pei, F., Tu, C., Song, Y., Fang, Y., & Liu, L. (2014). Treatment of displaced talar neck fractures using delayed procedures of plate fixation through dual approaches. *International Orthopaedics*, 1 (38), 149-154.
126. Yu, G.R., Zhang, M.Z., & Yang, Y.F. (2016). Corrective osteotomies for malunited tongue-type calcaneal fractures. *Foot and Ankle Clinics*, 1 (21), 123-134.
127. Zwipp, H., Rammelt, S., & Barthel, S. (2004). Calcaneal fractures – open reduction and internal fixation (ORIF). *Injury*, 35 (2), 46-54.



 Управління охорони здоров'я
 Донецької обласної
 державної адміністрації

СВІДОЦТВО
на раціоналізаторську пропозицію

" Устрійство для проциврення на колу контуров
п'яточної кисти при чрезосередковому остеосинтезі "

автор (співавтор) Бодня А.И., Кривенко С.Н.,
Непомнящий В.Г., Попов В.Н.

подану " 04 " янввря 2000 р.
визнану раціоналізаторською " 19 " чиввря 1900 р.
та зареєстровану в журналі реєстрації
раціоналізаторських пропозицій за № 3698


 Голова управління А.Н. Олда
 (Підпис: Артемів, Ігор Іванович)

УКРАЇНА (11) 29275 А
 (19) UA (51) B A61B17/58

МИНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І
 НАУКИ УКРАЇНИ
 ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
 ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
 ВЛАСНОСТІ

Декларційний патент
на винахід

зареєстровано відповідно до Закону України
 "Про охорону прав на винаходи і корисні моделі" від 16 грудня 1993 року
 з редакцій від 1 червня 2000 року № 1771-01

Голова Департаменту М. Паладій

(21) 98042159
(22) 28.04.1998
(24) 16.10.2000
(41) 29.12.1999. Бюл. № 8
(46) 16.10.2000. Бюл. № 5-11

(72) Бабюша Валентин Олександрович, Кривенко Сергій Миколайович, Бодня Олександр Іванович
(73) ДОНЕЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ М.Г.ГОРЬКОГО (UA), ДОНЕЦЬКИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ ТРАВМАТОЛОГІЇ ТА ОРТОПЕДІЇ (UA)
(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ПОЗАСЕРЕДКОВОГО ОСТЕОСИНТЕЗУ ПЕРЕЛОМІВ П'ЯТКОВОЇ КІСТКИ

УКРАЇНА
ПАТЕНТ
 НА ВИНАХІД
 № 120307

СПОСІБ МАЛОНІЗВАЗИВНОГО ОСТЕОСИНТЕЗУ ПЕРЕЛОМІВ П'ЯТКОВОЇ КІСТКИ

Видано відповідно до Закону України "Про охорону прав на винаходи і корисні моделі".
Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на винаходи 11.11.2019.

Заступник Міністра розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України Д.О. Романович

УКРАЇНА
ПАТЕНТ
 НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ
 № 139150

ПРИСТРІЙ ДЛЯ СТРИЖНЕВОЇ КЕРОВАНОЇ ФІКСАЦІЇ ПЕРЕЛОМІВ ШИЙКИ ТАРАННОЇ КІСТКИ

Видано відповідно до Закону України "Про охорону прав на винаходи і корисні моделі".
Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі 26.12.2019.

Заступник Міністра розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України Д.О. Романович

УКРАЇНА (11) 36326 А
 (19) UA (51) 7 A61B17/58

МИНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І
 НАУКИ УКРАЇНИ
 ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
 ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
 ВЛАСНОСТІ

Декларційний патент
на винахід

зареєстровано відповідно до Закону України
 "Про охорону прав на винаходи і корисні моделі" від 16 грудня 1993 року
 з редакцій від 1 червня 2000 року № 1771-01

Голова Департаменту М. Паладій

(21) 99126581
(22) 03.12.1999
(24) 16.04.2001
(46) 16.04.2001. Бюл. № 3

(72) Бабюша Валентин Олександрович, Кривенко Сергій Миколайович, Бодня Олександр Іванович
(73) ДОНЕЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ М.Г.ГОРЬКОГО, ДОНЕЦЬКИЙ НДІ ТРАВМАТОЛОГІЇ ТА ОРТОПЕДІЇ
(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЧЕРЕЗКІСТКОВОГО ОСТЕОСИНТЕЗУ ПОСІДНИХ ПЕРЕЛОМІВ ТАРАННОЇ ТА П'ЯТКОВОЇ КІСТОК

УКРАЇНА (11) 36327 А
 (19) UA (51) 7 A61B17/58

МИНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І
 НАУКИ УКРАЇНИ
 ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
 ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
 ВЛАСНОСТІ

Декларційний патент
на винахід

зареєстровано відповідно до Закону України
 "Про охорону прав на винаходи і корисні моделі" від 16 грудня 1993 року
 з редакцій від 1 червня 2000 року № 1771-01

Голова Департаменту М. Паладій

(21) 99126582
(22) 03.12.1999
(24) 16.04.2001
(46) 16.04.2001. Бюл. № 3

(72) Бабюша Валентин Олександрович, Кривенко Сергій Миколайович, Бодня Олександр Іванович
(73) ДОНЕЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, ДОНЕЦЬКИЙ НДІ ТРАВМАТОЛОГІЇ ТА ОРТОПЕДІЇ
(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ОСТЕОСИНТЕЗУ БАГАТОСОСКОЛКОВИХ ПЕРЕЛОМІВ ПЕРЕДНЬОЇ ЧАСТИНИ П'ЯТКОВОЇ КІСТКИ З ФРАГМЕНТАЦІЮ ЗАДНЬОЇ СУПЛОБОВОЇ ФАСЕТКИ

УКРАЇНА
ПАТЕНТ
 НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ
 № 140187

ПРИСТРІЙ ДЛЯ СТРИЖНЕВОЇ КЕРОВАНОЇ ФІКСАЦІЇ ПЕРЕЛОМІВ П'ЯТКОВОЇ КІСТКИ

Видано відповідно до Закону України "Про охорону прав на винаходи і корисні моделі".
Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі 10.02.2020.

Заступник Міністра розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України Д.О. Романович

УКРАЇНА
ПАТЕНТ
 НА ВИНАХІД
 № 121637

СПОСІБ ВІДТАРАННОГО АРТРОДЕЗУ СТОНИ ПРІ НАСЛІДКАХ УШКОДЖЕНЬ П'ЯТКОВОЇ КІСТКИ

Видано відповідно до Закону України "Про охорону прав на винаходи і корисні моделі".
Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на винаходи 25.06.2020.

Заступник Міністра розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України Д.О. Романович

Наукове видання

БОДНЯ Олександр Іванович

**ПОШКОДЖЕННЯ
ПІДТАРАННОГО СУГЛОБА**

Монографія

Надруковано в авторській редакції
з готового оригінал-макета

Завідувачка редакції *Т. М. Забанова*

Формат 60x90/16. Ум. друк. арк. 16,28.
Тираж 300 прим. Зам. № 577 (61).

Друкарня видавництва «Астропринт»
65091, м. Одеса, вул. Разумовська, 21
Тел.: (0482) 37-14-25, 33-07-17, (048) 7-855-855
e-mail: astro_print@ukr.net; www.astroprint.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 1373 від 28.05.2003 р.

