

**ДІАГНОСТИЧНЕ ТА ПРОГНОСТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ОКРЕМИХ
КЛІНІКО-РЕНТГЕНОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ПРИ ПЕРЕЛОМАХ
П'ЯТКОВОЇ КІСТКИ ТА ЇХ НАСЛІДКАХ**

Досліджували вплив деяких факторів на функцію стопи у пацієнтів з наслідками переломів п'яtkової кістки (ПППК): 53 пацієнта, 62 стопи. Як факторів впливу були обрані: час з моменту травми в місяцях, кут Белера, талометатарзальний кут (ТМУ), обсяг розгинання стопи, рівень больового синдрому (ВАШ). Функцію стопи оцінювали за схемою Американської спілки хірургів стопи (AOFAS). Шляхом проведення регресійного аналізу показано, що на функцію стопи у пацієнтів з ПППК впливають два фактори: величина ТМУ ($p < 0,05$) і рівень больового синдрому ($p < 0,05$). Показана прогностична незначимість кута Böhler при досить поширеному типі переломів ПК – типі II по класифікації Sanders. **Ключові слова:** п'яткова кістка, травма, діагностика.

Вступ

Діаметрально протилежні думки щодо оперативного чи консервативного лікування переломів п'яткової кістки (ПК) є однією з причин значної кількості незадовільних результатів лікування цих ушкоджень [3, 10]. Через цю обставину тривалий час точиться полеміка щодо прогностичного значення того чи іншого клінічного або скіалогічного показника. З цією метою пропонують використовувати кут Böhler, час з моменту травми, таранно-п'ятковий кут [7], однак традиційно найбільш популярним лишається такий скіалогічний показник, як кут Böhler (кут суглобової поверхні, суглобово-бугорний кут, tuber angle) [5, 6, 12].

Наші попередні дослідження, основані на систематичному вивченні навантажувальних рентгенограм у пацієнтів із неправильно зрощеними переломами ПК показали, що у цих випадках має місце своєрідна деформація стопи, що характеризується збільшенням таранно-метатарзального кута (ТМК) та, як у випадку порожнистої стопи, зменшенням розгинання у гомілковостопному суглобі [4]. Також було показано, що уніфікована методика підтаранного артрорезу спричиняє зміну ТМК та розгинання стопи при достовірному покращенні функції стопи. Через це дані та деякі інші показники можуть виступати як діагностичний та/або прогностичний критерій при лікуванні пацієнтів із наслідками переломів ПК.

Мета роботи – вивчити вплив деяких факторів (час з моменту травми, обсяг розгинання у гомілковостопному суглобі, рівень больового синдрому) та анатомічних змін, що визначаються скіалогічними показниками (кут Böhler, ТМК) на функцію стопи у пацієнтів із неправильно-зрощеними переломами ПК.

Матеріал та методи

Для дослідження були залучені результати клініко-рентгенологічного дослідження 53 пацієнтів віком від 18 до 60 років із наслідками переломів 62 п'яткових кісток, які проходили стаціонарне лікування у клініці ДУ “ІТО НАМН України”, чоловіків було 34, жінок – 19. В усіх випадках мали місце неправильно-зрощені або незрощені переломи ПК у вигляді посттравматичної деформації стопи.

Пацієнтів піддавали повному ортопедичному обстеженню; рентгенологічне дослідження включало навантажувальні рентгенограми у прямій, боковій та аксіальній проекціях (за Sobey). Вимірювання рухів у гомілковостопному суглобі проводили за 0-прохідним методом. Враховуючи відомий суб'єктивізм та приблизність реєстрації градусної міри дуги, обсяг рухів записували через кожні 5°.

По боковій рентгенограмі стопи обчислювали таранно-метатарзальний кут (ТМК) та кут Böhler. Побудову, обчислення та інтерпретацію ТМК проводили за відомою методикою [2].

Кут Böhler будували як перетин двох дотичних: першої – до верхівки заднього бугра та задньої суглобової фасетки, другої – до верхівки передньої суглобової фасетки та верхівки переднього відростка. В нормі його значення складають 25–40°; вважають, що це свідчить про відсутність депресії задньої площадки [6]. Схематичне зображення ТМК та кута Böhler приведені на рис. 1.

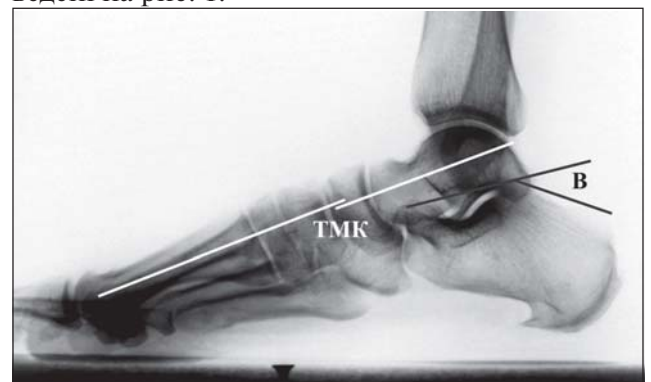


Рис. 1. Схема розрахунків кутових показників по боковій рентгенограмі стопи при навантаженні: ТМК – таранно-метатарзальний кут, В – кут Böhler.

Рівень больового синдрому встановлювали на основі ВАШ. Функцію стопи оцінювали за кількісною схемою оцінки американського товариства хірургії стопи та гомілковостопного суглоба (AOFAS) [9].

Отримані дані та результати вимірювань занесли в електронні таблиці, розраховували описову статистику (середнє, стандартна помилка). Суттєвість відмінностей визначали за допомогою парного двовибіркового t-тесту для середніх. Всі розрахунки проводили в середовищі Microsoft Office Excel 2007 з використанням наданого пакету програм.

Для визначення факторів впливу на функцію стопи проводили регресійний аналіз з кількома параметрами. Згідно із даними літератури за частотою використання були відібрані такі фактори впливу на функцію стопи: час з моменту травми (у місяцях), значення кута Böhler та ТМК, градусної міри розгинання стопи, рівня больового синдрому (у см). Їх використали в якості незалежних перемінних (X1, X2, X3, X4, X5), а залежною перемінною (Y) виступала функція стопи у балах за шкалою AOFAS. При рівні надійності 95% проводили множинну кореляцію. Перевірку припущень регресії проводили за діаграмами підбору, залишків та вірогідності нормального розподілу залишків.

Результати та їх обговорення

В усіх випадках неправильно-зрощені переломи ПК проявлялись однотипною деформацією, яка характеризувалась зменшенням висоти заднього відділу стопи (ЗВС), зменшенням розгинання, булавоподібним розширенням п'яткової ділянки. Рентгенологічно найхарактернішим було розгинальне положення таранної кістки та пов'язане з цим плюсове значення ТМК. Також відмічено, що чим більшим було значення ТМК, тим меншим був обсяг розгинання стопи. Якщо врахувати, що зрощення уламків ПК наставало у варусному положенні, така картина була подібною до порожнистої стопи (рис. 2). Результати описової статистики по всіх перемінних представлені в таблиці 1.

Для вивчення питання, як впливають означені фактори на рівень функції стопи, проведений регресійний аналіз з кількома пара-



Рис. 2. Рентгенограми правих стопи та гомілковостопного суглоба пацієнта із неправильно зрощеним переломом правої ПК: а – кут Böhler= 0°, ТМК = 27°, упор переднього краю великогомілкової кістки у шийку таранної кістки (передній імпінджмент); б – дегенеративні зміни кісткової тканини в місці контакту латеральної кісточки, таранної та п'яткової кісток (латеральний імпінджмент).

Таблиця 1
Числові значення виміряних та обчислених показників

Параметри та одиниці виміру	Min – Max	M ± s
Строки з моменту травми, міс	4 – 84	24,1 ± 2,5
Кут Böhler, градуси	-89 – 34°	-13 ± 4°
ТМК, градуси	-7 – 38°	11 ± 1°
Розгинання стопи, градуси	0 – 10°	3°
Рівень болю (ВАШ), см	0 – 6,5	3,4 ± 0,2
Функція стопи, бали	52 – 90	70 ± 1
n = 62		

Примітки: Min–Max – мінімальне та максимальне значення
M ± s – середнє та стандартна помилка

Таблиця 2
Параметри регресії
(функція стопи при НЗППК, у: x1 – x5, n=62): R=0,648394; R²=0,420414; F=8,124151; значимість F=8,1·10⁻⁶

	Коефіцієнти	Стандартна помилка	t-статистика	P-значення
Y-пересічення	83,35228	4,730498	17,62019	1,65·10 ⁻²⁴
Перемінна X 1	0,0767	0,061833	1,24044	0,219985
Перемінна X 2	-0,00928	0,045881	-0,20235	0,840373
Перемінна X 3	-0,3164	0,195627	-1,61736	0,111421
Перемінна X 4	0,176878	0,405167	0,436555	0,664113
Перемінна X 5	-4,29631	0,911256	-4,71471	1,65·10 ⁻⁵

Таблиця 3
Параметри регресії
(функція стопи при НЗППК, у: x1, x3, x4, x5; n=62): R= 0,648067; R²= 0,419991; F= 10,31857; значимість F= 2,35·10⁻⁶

	Коефіцієнти	Стандартна помилка	t-статистика	P-значення
Y-пересічення	83,31226	4,686433	17,77733	6,37·10 ⁻²⁵
Перемінна X 1	0,075713	0,061119	1,238773	0,220507
Перемінна X 3	-0,30247	0,181564	-1,6659	0,101221
Перемінна X 4	0,164985	0,397495	0,415061	0,679655
Перемінна X 5	-4,27243	0,895951	-4,7686	1,33·10 ⁻⁵

Таблиця 4.
Параметри регресії
(функція стопи при НЗППК, у: x1, x3, x5; n=62): R= 0,646713; R²= 0,418238; F= 13,89902; значимість F= 6,13·10⁻⁷

	Коефіцієнти	Стандартна помилка	t-статистика	P-значення
Y-пересічення	84,6067	3,473045	24,36096	3,76·10 ⁻³²
Перемінна X 1	0,075128	0,060666	1,238388	0,220561
Перемінна X 3	-0,34076	0,155259	-2,19477	0,032198
Перемінна X 5	-4,36852	0,859327	-5,08366	4,15·10 ⁻⁵

метрами. Модель регресії передбачала залежну перемінну у (функція стопи у балах) та незалежні перемінні (предиктори): x_1 – строки з моменту травми у місяцях, x_2 – кут Bohler, x_3 – ТМК, x_4 – розгинання стопи, x_5 – рівень болю. Результати параметрів регресії представлені в таблиці 2.

Значимість $F(8, 11 \cdot 10^{-6})$ менше 0,05, що робить доцільним подальший аналіз, оскільки принаймні один із коефіцієнтів регресії не дорівнює нулю. Статистично значимим виявився коефіцієнт предиктора X_5 (рівень болю), про що свідчить його p -значення ($p < \alpha: 1,65 \cdot 10^{-5} < 0,05$). Найменше значення коефіцієнта регресії (-0,00928) при його найбільшій статистичній незначимості ($p > \alpha: 0,840373 > 0,05$) має перемінна X_2 (кут Bohler), що обумовлює її видалення. Після цього параметри регресії мали наступний вигляд (табл. 3).

Означена модель регресії має статистичну значимість на рівні 0,05 ($p < \alpha: 2,35 \cdot 10^{-6} < 0,05$). Статистично значимим лишається коефіцієнт предиктора X_5 (рівень болю) – його p -значення ($p < \alpha: 1,33 \cdot 10^{-5} < 0,05$), а найбільш не значимим – коефіцієнт перемінної X_4 (розгинання стопи). Після видалення перемінної X_4 параметри регресії набули наступного вигляду (табл. 4).

Дана модель регресії лишається статистично значимою. Поряд із перемінною X_5 (рівень болю), статистичної значимості набув коефіцієнт перемінної X_3 (величина ТМК) – ($p < \alpha: 0,032198 < 0,05$). Величина коефіцієнта перемінної X_1 (час з моменту травми) поряд із його статистичною незначимістю (0,220561) дозволяє видалити цю перемінну з моделі регресії, після чого параметри регресії стали наступними (табл. 5).

Така модель регресії з двома перемінними (величина ТМК та рівень больового синдрому) є статистично значимою. Статистично значимими є також коефіцієнти цих перемінних (p -значення менше 0,05). Це дозволяє стверджувати, що функція стопи при неправильно зрощених переломах ПК у 40% випадків залежить від величини ТМК та рівня больового синдрому, причому для обох предикторів характерною є зворотня залежність – чим більше вони виражені, тим гіршою буде функція стопи. Перший предиктор, величина ТМК, визначає наявність та вираженість анатомічних змін (передній еквінус, синдром порожнистої стопи); другий (больовий синдром) – функціональну некомпенсованість деформації.

Оцінка успіху регресії була проведена для моделі з двома предикторами (X_3 та X_5) за діаграмами залишків (рис. 3), нормального розподілу залишків (рис. 4) та передбачень (рис. 5).

Модель регресії виявилась задовільною, що дозволяє зробити такі висновки. На функцію стопи у пацієнтів із НКППК впливають

(функція стопи при НЗППК, y : x_3, x_5 ; $n=62$): $R = 0,634709$; $R^2 = 0,402855$; $F = 19,90173$; значимість $F = 2,48 \cdot 10^{-7}$

	Коефіцієнти	Стандартна помилка	t-статистика	P-значення
Y-пересічення	86,47092	3,143965	27,50378	$2,42 \cdot 10^{-35}$
Перемінна X3	-0,32721	0,155572	-2,10327	0,039716
Перемінна X5	-4,42753	0,861876	-5,13709	$3,3 \cdot 10^{-6}$

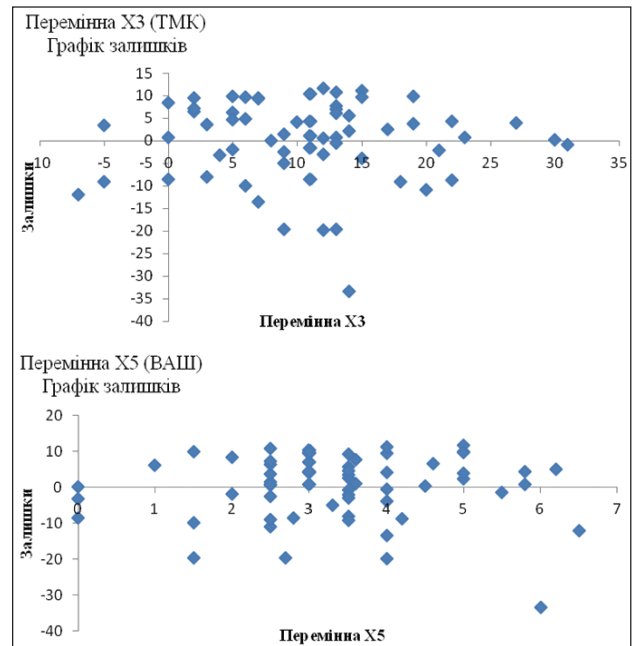


Рис. 3. Графіки залишків для предикторів X_3 та X_5 .

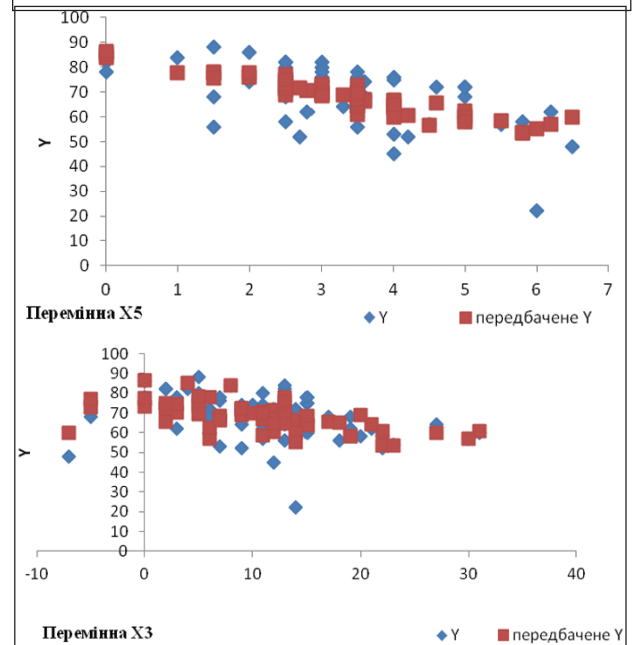


Рис. 4. Графіки передбачень для предикторів X_3 та X_5 .

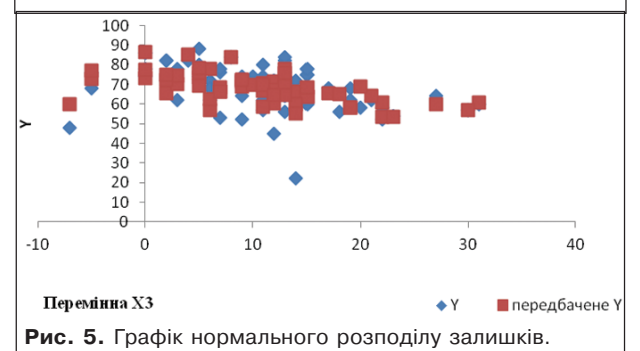


Рис. 5. Графік нормального розподілу залишків.

Таблиця 5.

Параметри регресії

два чинники: величина ТМК та вираженість больового синдрому. Перший чинник відображає наявність синдрому порожнистої стопи і закономірний вплив на функцію – збільшення значень ТМК знижує функціональну здатність стопи, що обумовлює зворотню залежність. Другий чинник, незважаючи на його суб'єктивну спрямованість, тим не менш визначає показання до оперативного лікування у більшій частині випадків – саме больовий синдром спонукає пацієнта звертатись до лікаря. Другий чинник пов'язаний з реабілітаційним потенціалом пацієнта і має пряму спрямованість – з перебігом часу функція стопи зростає. Значення кута Böhler та обсяг розгинання стопи не впливають на функцію при НКППК, і це певною мірою протирічить відомим літературним даним, в яких кут Böhler представлений в якості прогностичного показника.

Через виявлену розбіжність між даними літератури та результатами наших досліджень щодо прогностичної цінності кута Böhler ми провели аналіз механогенезу зміщення уламків при переломах ПК. Якщо порівняти класифікації переломів ПК за Essex-Lopresti та Sanders, легко побачити їх подібність у деяких ключових моментах, на яких потрібно зупинитись.

І язикоподібний, і компресований типи зміщень за Essex-Lopresti відповідають типу ПВ та ПС за Sanders з тою різницею, що язикоподібний перелом, як предмет закритої репозиції при класифікуванні його за Sanders відповідає ПВ та ПС, а компресований тип перелому може відповідати всім пунктам II та III типів переломів за Sanders.

Оцінка скіалогічної картини при II типі переломів ПК за Sanders в аспекті вимірювання кута Böhler може бути непростю задачею. Зміщення тільки латерального суглобового фрагмента не дасть зміни значень кута Böhler, оскільки контур медіального суглобового фрагмента лишається незміщеним. Зміну кута Böhler можна очікувати при наявності зміщення по лінії поперечного перелому на рівні нейтрального трикутника.

Для перевірки цього припущення ми провели натурне дослідження на мацерованих препаратах ПК з моделюванням переломів типу II за Sanders (язикоподібного та центральнодепресійного за Essex-Lopresti) із зміщенням латерального суглобового фрагменту та зміщенням через поперечний перелом ПК (рис. 6).

Таким чином, було виявлено, що кут Böhler зменшується при зміщенні по лінії поперечного перелому ПК, тоді як зміщення латерального суглобового фрагменту не спричиняє зміну його значень. Отже, діагностичне та прогностичне значення кута Böhler не є достовірним, і його засто-

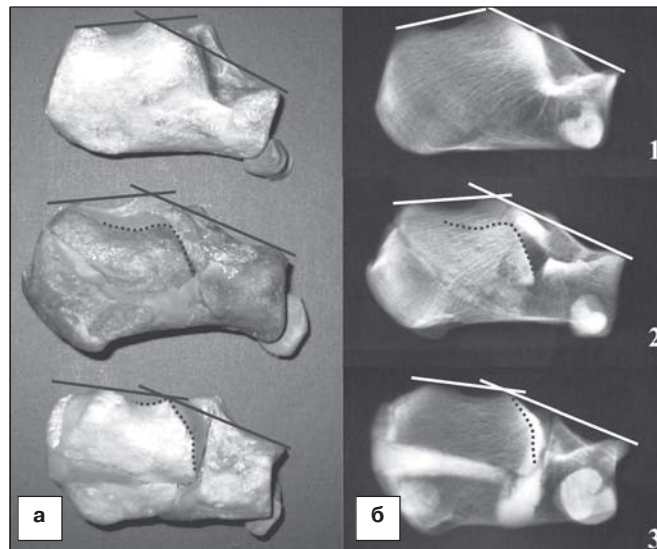


Рис. 6. Зміщення латерального суглобового фрагменту ПК та зміни кута Böhler: а – мацеровані препарати п'яткових кісток, б – рентгенограми (1 – цілня ПК, 2 – моделювання перелому тип II з депресією латерального суглобового фрагменту без зміщення по лінії поперечного перелому ПК, 3 – моделювання перелому тип II з депресією латерального суглобового фрагменту із зміщенням по лінії поперечного перелому ПК; пунктирною лінією позначений латеральний суглобовий фрагмент). Відсутність змін кута Böhler при депресії латерального суглобового фрагменту без зміщення по лінії поперечного перелому ПК та зменшення кута Böhler при зміщенні по лінії поперечного перелому ПК.

сування доцільне в якості допоміжного критерію.

Paley D. та Hall H. вважають, що кут Böhler відображає результат, але не є прогностичним фактором [11]. Вони також показали, що на результат лікування не впливають висота ПК та таранно-п'ятковий кут; що погіршення результатів лікування переломів ПК стається у напрямі: язикоподібний перелом – центральна депресія суглобової площадки – роздроблений перелом.

Бодня О.І. виділяє за значеннями кута Böhler три ступеня зміщення, що в подальшому визначає лікувальну тактику: 1 ступінь – зменшення до 10^0 , 2 ступінь – зменшення до 0^0 , 3 ступінь – від'ємні значення кута Böhler [1].

Csizy M. та ін. дослідили результати лікування 424 пацієнтів із 471 внутрішньосуглобовим переломом ПК, з яких у 45 випадках виникла потреба у ПА [7]. Серед інших показників був оцінений і кут Böhler. Вони прийшли до висновку, що при значенні кута Böhler $< 0^0$ в 10 раз частіше виконували ПА, ніж при його значеннях $> 15^0$.

На противагу цим дослідникам, Kundel K. та ін. [10] при порівнянні оперативного та консервативного методів лікування внутрішньосуглобових переломів ПК не знайшли кореляції між значенням кута Böhler та кінцевим результатом лікування. Їхнє дослідження ґрунтується на 250 переломах ПК, з яких 193 були внутрішньосуглобовими. Лише крайні значення кута Böhler, що ви-

ходили за межі $< 0^\circ$ та $> 25^\circ$, відображали відповідно негативний та позитивний результати лікування.

В іншому дослідженні Funk E.M. та ін. [8] показали, що нормалізація кута Böhler при ВРО ніяк не впливає на попередження артрозу ПС в подальшому.

Оцінка ступеню зміщення уламків ПК за даними рентгенографії залишається складною задачею, тому КТ є показаним дослідженням при цих ушкодженнях. Цінність цієї методики полягає в можливості демонстрації кількості фрагментів ПК, вираженості та напрямку їх зміщення.

Заклучення

Таким чином, дослідження впливу визначених чинників (час з моменту травми, обсяг розгинання у гомілковостопному суглобі, кут Böhler, талометатарзальний кут) на функцію стопи у пацієнтів із неправильно-зрощеними переломами ПК за допомогою регресійного аналізу показало, що на функцію стопи впливають два чинники: величина ТМК ($p < 0,05$) та рівень болювого синдрому ($p < 0,05$). Перший чинник відображає наявність синдрому порожнистої стопи і закономірний вплив на функцію – збільшення значень ТМК знижує функціональну здатність стопи, що обумовлює зворотню залежність. Другий чинник, незважаючи на його суб'єктивну спрямованість, тим не менш визначає показання до оперативного лікування у більшій частині випадків – саме болювий синдром спонукає пацієнта звертатись до лікаря.

Кут Böhler є неінформативним та прогностично незначимим при досить поширеному різновиді переломів ПК – типі II за Sanders, коли виникають грубі порушення анатомії, пов'язані із дисконгруентністю у підтаранному суглобі. Через це використання даного скіалогічного показника доцільне в якості допоміжного критерію.

Література

1. Бодня О.І. Внутрішньосуглобові переломи п'яtkової кістки та їх лікування. Автореф. дис... канд. мед. наук: Х.: Б.В., 2004. – 20 с.
2. Лябах А.П. Клінічна діагностика деформацій стопи. – К.: ЗАТ "Атлант ЮемСі", 2003. – С.42 – 43.
3. Лябах А.П., Міхневич О.Е., Нанинець В.Я. Переломи п'яtkової кістки: порівняльний аналіз оперативного та консервативного лікування // Вісник ортопедії, травматології та протезування. – 2009. – № 3. – С.37 – 40.
4. Лябах А.П., Нанинець В.Я., Омельченко Т.М., Хомич С.В. Підтаранний артродез у лікуванні хворих з неправильно-консолідованими переломами п'яtkової кістки // Вісник ортопедії, травматології та протезування. – 2012. – №2. – С.15 – 19.
5. Нікітін П.В. Діагностика та лікування пошкоджень

кісток стопи / АМН України. — К. : Фенікс, 2005. — 192 с. : іл. — Бібліогр.: с. 182 – 188. — ISBN 966-651-223-8.

6. Böhler L. Diagnosis, pathology and treatment of fractures of the os calcis // J Bone Joint Surg. – 1931. – V. 13, N. – P. 75 – 89.
7. Csizy M., Buckley R., Tough S. et al. Displaced intra-articular calcaneal fractures: variables predicting late subtalar fusion // J. Orthop. Trauma. – 2003. – V.17, N.2. – P.106 – 112.
8. Funk E.M., Wiedemann M., Bickel R., Rüter A. Dislocated intra-articular calcaneus fractures. Long-term follow-up after open reposition and osteosynthesis // Unfallchirurgie. – 1995. – B.98, H.10. – S.501 – 506.
9. Kitaoka H. Clinical rating systems for the ankle – hindfoot, midfoot, hallux, and lesser toes // H. Kitaoka // Foot Ankle Int. – 1994. – V.15, N.7. – P.349 – 353.
10. Kundel K., Funk E., Brutscher M., Bickel R. Calcaneal fractures: operative versus nonoperative treatment // J. Trauma. – 1996. – V.41, N.5. – P.839 – 845.
11. Paley D., Hall H. Intra-articular fractures of the calcaneus. A critical analysis of results and prognostic factors // J. Bone Joint Surg. – 1993. – V.75(A), N.3. – P.342 – 354.
12. Sanders R. Intra-articular fractures of the calcaneus: Present state of the art. // J. Orthop. Trauma. – 1999. – V. 6, N. – P.252-265.

Лябах А.П., Омельченко Т.Н., Нанинець В.Я., Хомич С.В.

Диагностическое и прогностическое значение отдельных клинико-рентгенологических показателей при переломах пяточной кости и их последствиях

Исследовали влияние некоторых факторов на функцию стопы у пациентов с последствиями переломов пяточной кости (ПППК): 53 пациента, 62 стопы. В качестве факторов влияния были выбраны: время с момента травмы в месяцах, угол Белера, талометатарзальный угол (ТМУ), объем разгибания стопы, уровень болевого синдрома (ВАШ). Функцию стопы оценивали по схеме Американского общества хирургов стопы (AOFAS). Путем проведения регрессионного анализа показано, что на функцию стопы у пациентов с ПППК влияют два фактора: величина ТМУ ($p < 0,05$) и уровень болевого синдрома ($p < 0,05$). Показана прогностическая незначимость угла Böhler при достаточно распространенном типе переломов ПК – типе II по классификации Sanders.

Ключевые слова: пяточная кость, травма, диагностика.

A. Liabakh, T. Omelchenko, V. Naninets, S. Khomich The Diagnostic and Prognostic significance of Some Clinical-Roentgenological Indexes at Os Calcis Fractures and Its Consequences

The influence of some factors to the foot function in patients with consequences of os calcis fractures have been investigated: 53 patients and 62 feet. As factors of influence have been taken out: the time from trauma, Böhler angle, talometatarsal angle, foot extension, pain level (VAS). Foot function was assessed by AOFAS score. By regression analysis showed that the foot function in patients with os calcis fractures depends on two factors: the talometatarsal angle ($p < 0.05$) and the pain level ($p < 0.05$). The prognostic non-significance of the Böhler angle in the quite widened type Sanders II os calcis fracture has been showed.

Key words: os calcis, trauma, diagnostics.