

УДК 616.718.71-001.5-06-089.84

**ЛІКУВАННЯ НАСЛІДКІВ ПЕРЕЛОМІВ КІСТОК,  
ЩО УТВОРЮЮТЬ ПІДТАРАННИЙ СУГЛОБ***Бодня О. І., Сухін Ю. В.**Одеський національний медичний університет, Україна***TREATMENT OF CONSEQUENCES OF FRACTURES  
OF THE BONES FORMING A SUBTALAR JOINT***Bodnya A. I., Sukhin U. V.**National Medical University, Odesa, Ukraine*

**Вступ.** Найбільш частими пошкодженнями серед кісток стопи за локалізацією вважають ураження її заднього відділу (п'яткова кістка – 53,7%, таранна кістка – 20,8%). Понад 75% цих переломів є зі зміщенням та внутрішньосуглобовими, тому ускладнення після переломів, насамперед, пов'язані з неправильним зрощенням уламків та больовим синдромом. Більша частина невдач при лікуванні переломів п'яткової кістки обумовлена розвитком деформуючого артрозу підтаранного суглоба, значно менша при переломах таранної кістки – гомілковостопного та Shopar's суглобів. Рівень первинної інвалідності внаслідок травм заднього відділу стопи становить 64,3% (переломи п'яткової кістки – 44% випадків, таранної кістки – 20,3%) [1, 2].

Анатомічні зміни є підґрунтям до формування достатньо характерної деформації заднього відділу стопи, що майже завжди зумовлює локалізацію больового синдрому та порушення функції ходьби й опори. Нині за умов виконання відкритої анатомічної репозиції суглобових поверхонь частота виникнення післятравматичного підтаранного артрозу становить 23-72% саме після переломів п'яткової кістки III-IV типу за класифікацією R. Sanders [3, 4].

**Introduction.** Among the most frequent damages to the bones of a foot are the damages to its rear part (calcaneal bone – 53.7%, hucklebone – 20.8%). Over 75% of these fractures are displaced and with intra-articular complications after the fractures. They are mostly connected with an incorrect union of the fragments and the pain syndrome. The majority of unsuccessful treatment of calcaneal fractures is predetermined by the development of a subtalar joint's deforming arthritis – one of ankle and Shopar's joints. The level of initial invalidity after the traumas to the rear part of a foot makes 64.3% (after calcaneal fractures – 44%, after hucklebone fractures – 20.3%). [1, 2].

Anatomical changes are ground the development of rather a typical deformity of a rear foot, and almost always stipulate localization of pain syndrome and impaired walking and support functions. Nowadays, upon conditions of an open anatomic reposition of articular surfaces the frequency of post-traumatic subtalar arthrosis makes 23-72%, namely after calcaneal fractures of the 3rd-4th type by R. Sanders [3, 4].



Більшість авторів вважають, що найефективнішою серед операцій при наслідках переломів п'яtkової кістки є артродезування підтаранного суглоба в різних його варіантах: проста стабілізація (in situ); дистракційний кістково-пластичний артродез; артродез з коригуючою остеотомією п'яtkової кістки. Численні спроби корекції даних порушень з більш важкими ураженнями методом підтаранного артродезу і коригуючої остеотомії п'яtkової кістки показали незадовільні результати і нівелювали можливість досягти очікуваного позитивного ефекту уникнення больового синдрому [5, 6].

Слід зауважити, що на протязі останніх десятиліть прогрес даної методики проявився лише в удосконаленні пластичних матеріалів, хірургічного інструментарію та методів фіксації фрагментів, але без принципових змін в техніці власне хірургічного втручання [7]. Все це вимагає подальшого пошуку нових, більш ефективних способів оперативного втручання для покращення результатів лікування у даної категорії пацієнтів.

*Мета роботи* – розробити спосіб коригуючої остеотомії п'яtkової кістки, який забезпечить анкілоз таранно-п'яtkового суглоба та дозволить відновити конфігурацію кісткових структур, відповідальних за біомеханіку опори і функцію заднього відділу стопи та вивчити результати лікування.

**Матеріал та методи дослідження.** Клінічна частина спостережень представлена 11 пацієнтами з наслідками переломів п'яtkової кістки, котрі були розподілені на дві групи. *I групу* (контрольну) склали 5 чоловіків та 2 жінки (середній вік –  $47,9 \pm 10,9$  років), *II групу* (дослідну) – 3 чоловіків та 1 жінка, середній вік яких склав  $44 \pm 12,2$  років. За останні 10 років в

The majority of authors admit subtalar arthrodesis to be the most efficient operation consequences of calcaneal bone fractures in different options: a regular stabilization (in situ); distraction bone-plastic arthrodesis; an arthrodesis with corrective osteotomy of a calcaneal bone. Results of multiple attempts to correct these disorders using traumatic techniques like subtalar arthrodesis and corrective osteotomy of calcaneal bone were unsuccessful, while they rejected any possibility to reach an expected positive outcome, elimination of [5, 6].

It should be mentioned that recent centuries have been improving the method only by upgrading plastic materials, surgical tools, and methods of fixing the fragments without any principal changes to the technique of surgical intervention itself [7]. All mentioned means the demand to search for new and more efficient means of surgical treatment to improve the outcomes for this category of patients.

*The task of the study* – to develop a method of corrective osteotomy to a calcaneal bone to ensure ankylosis of a subtalar joint and to recover the configuration of bone structures responsible for the biomechanics of support and function of a rear foot, and to study the outcomes.

**Materials and methods of the study.** The clinical part of observations is represented by 11 patients with the consequences after calcaneal bone fractures, divided into two groups. The *1st group (control)* contained 5 men and 2 women (mean age –  $47.9 \pm 10.9$  years old); the *2nd group (the group of study)* – 3 men and 1 woman, mean age -  $44 \pm 12.2$  years old. All these patients have been admitted by the Trauma and

клініку травматології та ортопедії Одеського НМедУ надійшли всі ці постраждалі у термін від 1,5 до 4 років після травми, що в середньому склало  $30,3 \pm 10,6$  місяців. Крім того, серед хворих *I групи* тяжкість ушкодження II та III типу за R. Sanders [4] відмічена у 4 випадках, IV – у 3 випадках, серед хворих *II групи* – III та IV тип розподілились на 2 випадки, де при первинному зверненні пацієнти отримали оперативне (4) і консервативне (7) лікування.

Функціональні результати активності пошкодженого заднього відділу стопи до і після хірургічного лікування проаналізовано із використанням шкали AOFAS (Kitaoka H.B., 1994). У зв'язку з невеликим розподілом хворих та підгруп вибірки у сукупності при обробці отриманих результатів застосовані непараметричні методи описових статистик та порівняння якісних і кількісних ознак.

Для виявлення джерела больового синдрому і вибору подальшої тактики лікування було виконано за стандартною методикою клінічне, рентгенологічне і комп'ютерно-томографічне обстеження. При вихідному клінічному огляді у пацієнтів, що надійшли, відзначений больовий синдром та деформації у задньому відділі стопи, обмеження рухів у підтаранному та гомілковостопному суглобах, а також клініка переднього і латерального імпринджмент-синдрому. У пацієнтів *I групи* кут розгинання стопи від її середньофізіологічного положення склав в середньому  $9,9 \pm 3,4^\circ$ , у пацієнтів *II групи* –  $10,2 \pm 4,6^\circ$ . Оцінка за шкалою AOFAS у контрольній групі —  $37,7 \pm 1,5$  балів, у дослідній групі, відповідно,  $36,3 \pm 3,4$  балів.

Променеві методи дослідження підтвердили патологічні зміни у сагітальній площині підтаранного суглоба, сплюснення поздовжнього медіального склепіння,

orthopedics department of Odesa National Medical University during the last 10 years. The mean period after trauma was  $30.3 \pm 10.6$  months. Moreover, among the patients of the *1st group*, the 2nd and 3rd severity type according to R. Sanders [4] was noted in 4 cases, the same of the *4th* – in 3 cases. In the *2nd group*, 3rd and 4th types were found in 2 cases. At an initial admission, the patients received as surgical (4), as conservative (7) treatment.

Functional activity of the rear foot damaged was analyzed before and after surgery with the AOFAS scale (Kitaoka H.B., 1994). Due to the low distribution of the patients and subgroups of the sampling, we used the non-parametric method of descriptive characteristics to compare qualitative and quantitative characteristics to process the obtained results.

To reveal the source of pain syndrome and to determine further treatment tactics, we carried our clinical, radiological and CT examinations according to a standard method. During initial clinical examinations, we noted pain syndrome and deformities of a rear foot, restricted motions in subtalar and ankle joints, and clinical signs of frontal and lateral impingement-syndrome. In patients of the *1st group*, extension angle of a foot regards its normal physiologic position made average  $9.9 \pm 3.4^\circ$ , in patients of the *2nd group* -  $10.2 \pm 4.6^\circ$ . AOFAS scores in the control group were  $37.7 \pm 1.5$ , and in the group of study –  $36.3 \pm 3.4$ .

Radiological examinations approved pathological changes in the sagittal plane of a subtalar joint, flattening a longitudinal medial arch, lowered talus-calcaneal, and talus-



зниження таранно-п'яткового і таранно-плеснового кутів, що призвело до так званого «горизонтального» положення таранної кістки. При цьому спостерігали в середньому у контрольній групі від'ємний кут нахилу таранної кістки ( $6,8 \pm 9,4^\circ$ ), у дослідній –  $5,5 \pm 3,2^\circ$ , а також від'ємний кут Böhler's, відповідно,  $10,9 \pm 0,4^\circ$  та  $12,7 \pm 1,3^\circ$ .

Вибір для дослідження включав хворих, у яких больовий синдром у задньому відділі стопи був обумовлений розвитком післятравматичного артрозу підтаранного суглоба та деформацією у сагітальній площині. Оскільки больовий синдром не у всіх випадках був пов'язаний з підтаранним суглобом, тому ми виставляли показання до артродезу диференційовано. Це дало нам змогу застосувати адекватну лікувальну тактику на зруйнованому підтаранному суглобі й уникнути невіправданих оперативних втручань. Так, у контрольній групі виконано традиційне хірургічне лікування в обсязі коригуючого дистракційного підтаранного артродезу із застосуванням кісткової пластики (ауто-трансплантат з крила клубової кістки) – 5 випадків, стабілізація *in situ* – 2.

З урахуванням недоліків та обмеженої ефективності цих варіантів, які були виконані в перший період дослідження, змусили нас шукати шляхи удосконалення цієї операції. Спосіб підтаранного артродезу у запропонованій модифікації (заявка на патент u2019 05979 від 30.05.2019) виконано всім хворим дослідної групи. Алгоритм дій полягав у коригувальній клиноподібній резекції п'яткової кістки з можливістю використання вилученого ауто-трансплантату для кісткової пластики підтаранного суглобу, збільшення висоти заднього відділу стопи та відновлення анатомічних співвідношень для нормалізації поздовжнього медіального склепіння,

metatarsal angles. All mentioned led to the so-called horizontal hucklebone. At that, we observed a negative angle of hucklebone angulation ( $6.8 \pm 9.4^\circ$ ) in the control group,  $5.5 \pm 3.2^\circ$  in the group of study; as well as negative Böhler's angle,  $10.9 \pm 0.4^\circ$ , and  $12.7 \pm 1.3^\circ$  respectively.

The study sampling included the patients with pain syndrome in rear foot owing to the development of post-traumatic arthrosis of subtalar joint and deformations in a sagittal plane. Inasmuch as the pain syndrome not always was connected with a subtalar joint, we used a differentiated approach to ascertain the indications of arthrodesis. This made it possible to implement adequate treatment tactics for a subtalar joint destroyed and to avoid unjustified surgical interventions. Thus, a traditional surgical treatment was carried out for the control group in the scope of corrective distractive subtalar arthrodesis combined with bone plastics (an auto graft taken from the iliac crest) – 5 cases, stabilization *in situ* – 2 cases.

Considering the disadvantages and restricted efficiency of the methods applied in the first stage of the study, we were forced to seek how to improve the operation. Modification of the method of subtalar arthrodesis as proposed (a patent application u2019 05979 of 30.05.2019) has been applied to all patients from the study group. The algorithm laid in a cuneal resection of calcaneus with a possibility to use the resulting auto graft for bone plastics of a subtalar joint; to increase the height of the rear part of a foot and to create anatomic conditions for normalization of the longitudinal metatarsal arch, talus-metatarsal angle and extended position of a talus, connected thereto.

таранно-п'яточного кута й пов'язаним з цим розгинальним положенням таранної кістки.

*Техніка підтаранного артрорезу:* хворого оперували в положенні на здоровому боці, із зігнутою у колінному суглобі ногою. Після знекровлення та знеболювання (загального чи спінального), виконували модифікований нами S-подібний латеральний доступ за Kocher's до таранно-п'яточного суглоба. Починали позаду зовнішньої кісточки на відстані не вище 3 см від її верхівки та на середині відстані між нею і ахілловим сухожилком, запобігали при цьому ушкодженню n. suralis. Далі, огинаючи зовнішню кісточку не більше 1 см під її верхівкою, продовжували розріз паралельно підшві стопи, який завершували знов огинаючи на рівні нижнього краю п'яточно-кубоподібного суглоба. Розтинали та субперіостально виділяли цілісний клапоть, за рахунок мобілізації якого догори відводили без розтину сухожилля обох перонеальних м'язів, відкриваючи латеральну поверхню таранної та п'яткової кісток, задні таранно-п'яткові суглобові фасетки та sinus tarsi. Повністю видаляли рубці та м'які тканини між кістками. За наявності показань, в залежності від тяжкості ускладнень та деформації, під час доступу можливо виконати невроліз литкового нерва, теноліз сухожилля маломілкових м'язів та усунути латеральний імпінджмент.

За умови зрощення п'яткової кістки зі зміщенням, де кут Böhler's, наприклад, становив  $0^\circ$ , розмічали плантарно основу кісткового клину, який підлягав видаленню, у вигляді двох ліній, які перетиналися під необхідним кутом позаду задньої суглобової фасетки. Ширину основи клину заздалегідь розраховували на скіаграмі до операції, щоб вона відповідала необхідній величині корекції. За обраними лініями

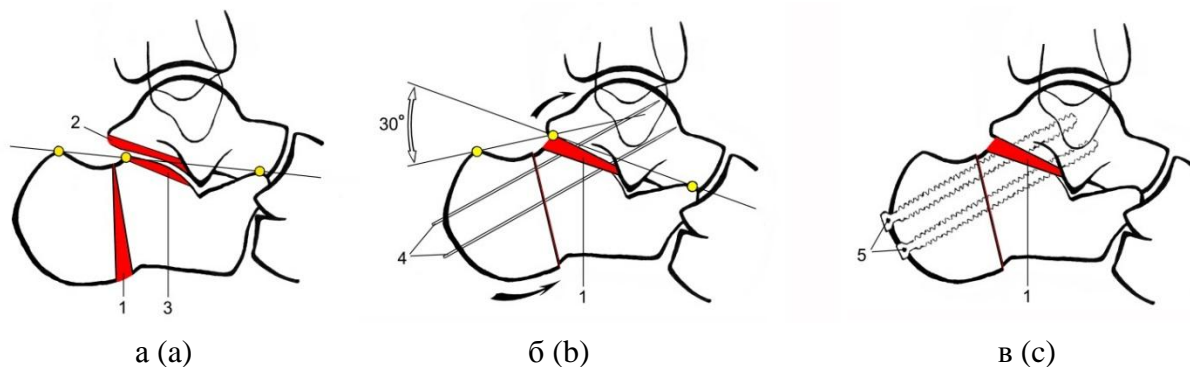
*The method of the subtalar arthrodesis:* a patient lies on an operation table on the healthy side, with the leg flexed in the knee. After exsanguinating and anesthesia (total or spinal) we used our modified S-shaped lateral approach to the talus-calcaneal joint according to Kocher's. We started behind the external ankle, not more than 3 cm above the top thereof, and in the middle of the distance between it and Achilles tendon to avoid damage to n. suralis. Then, enveloped the external ankle, not more than on 1 cm under the top thereof, extended the cut parallel to the planta and finished it, enveloping once more at the level of the lower edge of the calcaneocubital joint. We dissected and subperiosteally removed an integral graft; at the account of mobilization thereof upwards we moved aside the tendons of both peroneal muscles without cutting, so opening lateral surfaces of talus and calcaneal bones, rear talocalcaneal facets, and sinus tarsi. We removed scars and soft tissues between the bones completely. Upon indications and depending on the severity of complications and deformities, during the access it is easy to carry out neurolysis of nervus suralis, tenolysis of peroneal muscles' tendons, and to eliminate a lateral impingement.

If the union of a calcaneal bone occurred with displacement, and if the Böhler's angle, for instance, was  $0^\circ$ , we marked plantarly the basis of the bone wedge subject to removal as two-line crossing at the proper angle behind the joint's rear facet. The width of the basis of the wedge has been calculated in advance on the skiagram before the surgery, as it had to comply with the required scope of the correction. According to the chosen lines, we carried out the resection of the



виконували осциляторною пилкою резекцію тіла п'яткової кістки 1 до медіального кортикального шару, який потім перетинали вузьким остеотомом з подальшим видаленням цілісного кісткового клину (рис. 1-а).

calcaneus body 1 to the medial cortical layer with an oscillatory saw, then it was cut with a narrow osteotomy with further removal of an integral bone wedge (fig. 1-a).



**Рис. 1. Схема виконання клиноподібної резекції та резекції суглобових поверхонь таранної та п'яткової кісток (а), корекція та заповнення таранно-п'яткового суглоба кістковим клином з подальшою фіксацією спицями (б), міжфрагментарна компресія канюльованими спонгіозними гвинтами (в)**

**Fig.1. The scheme of the cuneal resection and resection of articular surfaces of talus and calcaneal bone (a), correction and filling the talocalcaneal joint with the bone wedge followed with nail fixation (b), inter-fragmental compression with cannulated cancellous screws (c)**

За допомогою елеватора чи распатора відокремлювали таранно-п'яткове зчленування, розтягуючи і розриваючи зв'язки і рубцеві тканини, що фіксують його, з метою зробити п'яткову кістку рухливою для визначення площини резекції патологічно зміненої задньої суглобової фасетки. Після розширення суглобової щілини підтаранного суглоба виконували остеотомом резекцію залишків хряща з його суглобових поверхонь до шару життєздатної кістки, яку визначали під візуальним контролем за кольором і появою «кров'яної роси». Площину резекції виконували паралельно суглобових фасеток таранної 2 та п'яткової 3 кісток.

Розщілину, що утворилася (рис. 1-б), щільно заповнювали вилученим після

Using an elevator or a raspatory we detached the talocalcaneal articulation, extended and ruptured ligaments and cicatricial tissues fixing thereof to make the calcaneal bone movable for establishing the plane of the resection of the pathologically changed rear joint facet. After the subtalar joint cavity being extended, we removed the remnants of the cartilage from the articular surfaces with an osteotomy towards living bone definable visually by color and drop bleeding. The resection plane was parallel to joint facets of the hucklebone 2 and the calcaneal bone 3.

We firmly packed the cavity created (Fig.1-b) with a cortical-cancellous autograft



клиноподібної резекції тіла п'яткової кістки кортикально-спонгіозним аутотрансплантатом 1 відповідних розмірів основою в бік п'яткового горба, за допомогою якого коригували кут нахилу таранної кістки у сагітальній площині. Після розклинювання (заповнення) розщілини аутотрансплантатом співставляли кісткові поверхні п'яткової кістки до щільного контакту у місці коригуючої остеотомії, що призводило до відновлення кута Böhler's (30°). Досягнуту корекцію деформації заднього відділу стопи стабілізували внутрішньою фіксацією спицями Kirshner's 4, введеними із задньої поверхні п'яткового горба, трансартикулярно у тіло таранної кістки. Згідно контрольних рентгенограм, проведених інтраопераційно та верифікації якості усунення деформацій закінчували оперативне втручання міжфрагментарною компресією поверхонь підтаранного суглоба введенням по спицям 4 канюльованих спонгіозних гвинтів 5Æб×85 мм (рис. 1-в). Потім відновлювали теноперонеальний канал шляхом вправлення сухожилків маломілкових м'язів за зовнішню кісточку, зашивали і дренивали рану. Кінцівку іммобілізували гіпсовою шиною від пальців стопи до колінного суглоба.

Середній термін перебування у стаціонарі склав 12±2,8 днів. Пацієнтам дозволяли ходьбу з перших днів після операції за допомогою милиць без вагового навантаження на уражену стопу. Гіпсова іммобілізація тривала до рентгенологічної верифікації консолідації (протягом 10-12 тижнів). Рекомендували дозоване навантаження на стопу протягом 4 тижнів, далі із поступово зростаючим навантаженням (з тростиною). Потому призначали за показами відновне фізіотерапевтичне та медикаментозне лікування, а також носіння устілок протягом року.

of the respective size, obtained after the cuneal resection of the body of calcaneal bone 1 towards calcaneal tuberosity, intended to correct the angulation of the hucklebone in the sagittal plane. Having the cavity wedged (filled) with the autograft, we juxtaposed bone surfaces of the calcaneal bone in the site of the corrective osteotomy to recover Böhler's angle (30°). The achieved correction of the rear foot we stabilized with Kirschner's wires 4 introduced into the hucklebone's body from the rear surface of calcaneal tuberosity transarticularly. Following the control X-ray images made directly on the operation table, after verification of the quality of elimination of the deformity, we finished the surgical intervention with an intra-fragmental compression of the surfaces of the subtalar joint by introducing 4 cannulated screws 5Æб×85 mm using the wires (fig. 1-c). Next, we recovered the tenoperoneal canal by reducing the peroneal muscles' tendons behind the external ankle and then sewn and drained the wound. The extremity was immobilized with a plaster splint from toes to knee.

Mean period of the patients' in-hospital stay was 12±2.8 days. The patients were allowed walking since the first days after surgery, first using crutches to avoid weight load on the operated foot. The plaster immobilization remained until radiological verification of the bone union (10-12 weeks). We recommended controlled loading on the foot for 4 weeks, gradually increasing (with a cane). Later, according to indications, we prescribed physiotherapy, medicament therapy, and in-soles during a year.



**Результати дослідження та їх обговорення.** На підставі аналізу наявного матеріалу у всіх групах спостереження в перші два роки після травми відзначили розвиток артрозу підтаранного суглоба I стадії у 2 випадках, II стадії – у 4, III стадії – у 5 (Косинская Н.С., 1961). Нами виявлена закономірність, що деформуючий артроз розвивається незалежно від якості первинного відновлення анатомії п'яткової кістки. Так, ознаки артрозу були встановлені після оперативного втручання у випадках досягнення нормального взаємовідношення уламків або недостатньої репозиції уламків під час операції та у інших випадках при подальшому лікуванні, що призвели до втрати корекції з будь яких причин. Більш виражений ступінь тяжкості артрозу був у пацієнтів після консервативного лікування, особливо в тих випадках де застосовувалася тільки іммобілізація гіпсовою пов'язкою з подальшим відновним лікуванням.

Середній термін спостереження склав  $18,2 \pm 3,1$  місяців. Формування кісткового анкілозу у підтаранному суглобі досягнуто у всіх пацієнтів через 10-12 тижнів (табл.).

Проаналізувавши сумарні значення результатів лікування за критеріями шкали AOFAS у контрольній вибірці, можна стверджувати, що кращі показники у порівнянні з вихідними отримано після проведення підтаранного артродезу —  $66,9 \pm 10,2$  балів, що класифіковано як «задовільно».

**Results and discussion.** Based on the analysis of the material available in all the groups for two years after the trauma, we observed the development of the 1st stage of hucklebone arthritis in 2 cases, the 2nd stage – in 4 cases, the 3rd stage – in 5 cases (Kosinskaya N.S., 1961). We have discovered regularity: deforming arthritis develops irrespective of the quality of an initial recovery of a calcaneal bone's anatomy. Thus, the signs of arthritis arose after surgical treatment, notwithstanding normal interrelation of fragments achieved or improper reposition of the fragment during the surgery, and in other cases after extra treatment and led to the loss of correction without any grounds. The patients after conservative treatment demonstrated even the more expressed severity of arthrosis, especially in the cases of sole plaster immobilization followed by recovery therapy.

The mean period of observation was  $18.2 \pm 3.1$  months. All patients achieved the formation of bone ankylosis in the subtalar joint after 10-12 weeks (see the Table).

Having analyzed the total values of the outcomes in the control sampling according to the AOFAS scale, we can declare that compared to the initial values the scores were much higher after subtalar arthrodesis –  $66.9 \pm 10.2$ , the result admitted as “satisfactory”.



Таблиця. Порівняльні результати підтаранного артродезу у пацієнтів з наслідками переломів п'яткової кістки ( $M \pm m$ )

*Table. Comparative results of the subtalar arthrodesis in the patients with the consequences of calcaneal bone's fractures ( $M \pm m$ )*

Групи дослідження / <i>Groups of study</i>	Термін спостережень / <i>Observation periods</i>	Оцінка за шкалою AOFAS, бали / <i>Assessment by AOFAS scale, grades</i>
Контрольна / <i>control</i> (n = 7)	до операції / <i>before surgery</i>	40,1 ± 3,4
	після операції / <i>after surgery</i>	66,9 ± 10,2*
Основна / <i>Group of study</i> (n = 4)	до операції / <i>before surgery</i>	39,3 ± 2,8
	після операції / <i>after surgery</i>	90,5 ± 1,7**/**

*Примітка:* \*  $p < 0,05$  порівняно з показниками до підтаранного артродезу; \*\*  $p < 0,05$  порівняно з показниками контрольної групи. /

*Note:* \*  $p < 0.05$  compared to the indications to subtalar arthrodesis; \*\*  $p < 0.05$  compared to the scores of the control group

У порівнянні з контрольною групою визначені кращі середні показники відновлення функції, опороздатності і вираженості больового синдрому за удосконаленою нами методикою підтаранного артродезу, що склали за шкалою AOFAS – 90,5±1,7 балів та визнані як «відмінні».

Аналіз даних променевих методів дослідження у порівнянні із вихідними свідчить, що у всіх випадках спостережень у післяопераційному періоді відзначена позитивна динаміка реконструкції форми пошкоджених анатомічних структур стопи. Незважаючи на те, що у пацієнтів I групи було визначено збільшення середніх значень кута Böhler's, в жодному з них не вдалося змінити кут нахилу таранної кістки, що клінічно позначилося на збереженні розгинальної контрактури гомілковостопного суглоба, поряд зі значним зниженням больового синдрому. Тому ми не установили кореляції між кутом нахилу таранної кістки і кількістю балів за шка-

Compared to the control group, after the application of the by us improved method of subtalar arthrodesis, we have discovered higher mean values of functional recovery, weight-bearing, and expression of pain syndrome. According to the AOFAS scale, they made 90.5±1.7 scores and were classified as “excellent”.

Comparing the results of the X-ray examinations with the initial ones, one can see positive recovery dynamics of the shape of the damaged anatomical structures of a foot in all cases. Despite all patients from the 1st group demonstrated raised mean values of the Böhler's angle, there wasn't a case of a changed hucklebone angulation. Its clinical effect included preserving extension contractures of an ankle joint and pain syndrome reduction. That's why we have not noticed any correlation between the angulation of a hucklebone and rates accord-



лою AOFAS. Все це свідчить про недостатню ефективність проведеного лікування у пацієнтів контрольної групи, зважаючи на відсутність відновлення повного обсягу розгинальних рухів у гомілковостопному суглобі.

Порівняльний аналіз рентгенограм після модифікованого артродезу, на жаль, апробованого нами лише на невеликій кількості спостережень, показав збереження кутів співвідношень заднього відділу стопи у пацієнтів *II групи*: відновлення кута Böhler's до  $26,2 \pm 5,9^\circ$  (контрольна група –  $15,7 \pm 2,2^\circ$ ); кута нахилу таранної кістки, відповідно,  $22,8 \pm 4,7^\circ$  і  $12,5 \pm 3,1^\circ$  та кута розгинання стопи, відповідно,  $22,6 \pm 3,8^\circ$  і  $10,1 \pm 4,3^\circ$ . Різниця між середніми значеннями зберігалася, але не була статистично значущою ( $p > 0,05$ ).

Виходячи із представлених власних результатів лікування наслідків переломів п'яткової кістки і їх аналізу, що узгоджуються з результатами інших авторів [5, 6, 7], розроблений спосіб підтаранного артродезу дозволяє досягти кісткового анкілозу, відновити анатомію стопи до норми, а також взаємовідносини між таранною та п'ятковою кістками, що позитивно позначилося на прояві больового синдрому та функції стопи в цілому.

**Висновки.** Використання запропонованої комбінації артродезування підтаранного суглоба і коригуючої клиноподібної резекції п'яткової кістки показало кращі результати у відновленні функціонального стану заднього відділу стопи і зниженні інтенсивності больового синдрому у пацієнтів із наслідками переломів п'яткової кістки.

Заявлений спосіб може бути методом вибору при лікуванні даної патології та мати широке практичне використання у

ing to AOFAS. All mentioned testifies that the treatment of the patients from the control group was inefficient considering fail to recover the complete range of motions in the ankle joint.

The comparative analysis of X-ray images after the modified arthrodesis, unfortunately being tested only on very small number of observations, has demonstrated the preservation of angular interrelations of a rear foot in the patients from the 2nd group: recovery of Böhler's angle up to  $26.2 \pm 5.9^\circ$  (compared to  $15.7 \pm 2.2^\circ$  in the control group); the angulation of the hucklebone, respectively,  $22.8 \pm 4.7^\circ$  and  $12.5 \pm 3.1^\circ$ ; and the foot extension angle, respectively –  $22.6 \pm 3.8^\circ$  and  $10.1 \pm 4.3^\circ$ . The difference between the mean values remained, although it was statistically insignificant ( $p > 0.05$ ).

Based on the represented own results of treatment of the calcaneal bone fracture consequences and the analysis thereof, being adjusted with the results of other authors [5, 6, 7], we have developed the method of subtalar arthrodesis, making us possible to achieve bone ankylosis, recover the normal anatomy of a foot and interrelation between a hucklebone and calcaneal bone to have positive impact on pain syndrome elimination and general foot's functions.

**Conclusions.** The use of the proposed combination of subtalar joint arthrodesis and corrective cuneal resection of calcaneal bone has demonstrated better results in recovery of rear foot's functional conditions and lessening pain syndrome in patients with consequences of calcaneal fractures.

The declared method could be recommended as a method of choice for the treatment of this disorder and be widely

травматологічних відділеннях різного рівня.

**Конфлікт інтересів:** Автори декларують відсутність конфлікту інтересів.

applied in trauma care departments of different levels.

**Conflict of interests:** The authors declare the absence of any conflict of interest.

### Література / References

1. Гайко Г.В. Причины инвалидности у хворих з пошкодженнями кісток стопи / Г.В. Гайко, П.В. Нікітін, А.В. Калашніков // Вісник ортопедії, травматології та протезування. – 2002. – №4. – С. 79-83.

2. Каленский В.О. Основные причины неудовлетворительных исходов лечения поврежденной стопы / В.О. Каленский, П.А. Иванов // Журнал им. Н.В. Склифосовского Неотложная медицинская помощь. – 2018. – № 2, Том 7. – С. 122-128. DOI: 10.23934/2223-9022-2018-7-2-122-128.

3. Основные источники болевого синдрома у пациентов с последствиями переломов пяточной кости: обзор литературы и клинические наблюдения / Н.С. Коновальчук, Е.П. Сорокин, С.А. Ласунский, В.А. Фомичев, Д.В. Чугаев // Современные проблемы науки и образования [электронный ресурс]. – 2018. – № 2. – С. 19. DOI: 10.17513/spno.27465.

4. Sanders R. Operative treatment of displaced intraarticular calcaneal fractures: long-term (10-20 Years) results in 108 fractures using a prognostic CT classification / R. Sanders, Z.M. Vaupel, M. Erdogan, K. Downes // J Orthop Trauma. – 2014. – Vol. 28, N 10. – P. 551-563.

5. Підтаранний артродез у лікуванні хворих з неправильно-консолідованими переломами п'яткової кістки / А.П. Лябах, В.Я. Нанинець, Т.М. Омельченко, С.В. Хомич // Вісник ортопедії, травматології та протезування. – 2012. – № 2 (73). – С. 15-19. – Режим доступу : [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Votip\\_2012\\_2\\_6](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Votip_2012_2_6).

6. Нанинець В.Я. Реконструктивно-відновні операції при наслідках переломів п'яткової кістки / В.Я. Нанинець, А.М. Турчин, О.В. Кулева // Літопис травматології та ортопедії. – 2018. – № 1-2. – С. 236-237. – Режим доступу : [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Lto\\_2018\\_1-2\\_53](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Lto_2018_1-2_53).

7. Анализ и планирование коррекции деформаций заднего отдела стопы в сагитальной плоскости / Л.Н. Соломин, К.А. Уханов, Е.П. Сорокин, Дж. Херценберг // Травматология и ортопедия России. – 2017. – № 1 (23). – С. 23-32. DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-23-32.



## ЛЕЧЕНИЕ ПОСЛЕДСТВИЙ ПЕРЕЛОМОВ КОСТЕЙ, КОТОРЫЕ ФОРМИРУЮТ ПОДТАРАННЫЙ СУСТАВ

**Цель работы:** Разработать и теоретически обосновать способ корригирующей остеотомии пяточной кости в сагиттальной плоскости при неправильно сросшихся переломах.

**Материал и методы:** Представлен анализ результатов лечения 11 пациентов с последствиями переломов пяточной кости, которых для сравнения разделили на две

группы. В контрольной группе выполнен дистракционный подтаранный артродез с костной пластикой (5) и стабилизация *in situ* (2). В основной группе проведен подтаранный артродез по усовершенствованной методике (4). Сроки с момента травмы до операции составили в среднем 30 месяцев.

**Результаты:** Изучены сравнительные результаты реконструкции подтаранного сустава, восстановления функции стопы (AOFAS) в среднем через 18,2 месяцев после операции. Отмечены лучшие результаты в динамике данных показателей в процессе лечения предложенным нами способом. Выводы: Использование разработанной комбинации артродезирования подтаранного сустава и корригирующей клиновидной резекции пяточной кости показало положительные результаты в восстановлении функционального состояния заднего отдела стопы и снижении интенсивности болевого синдрома у пациентов с последствиями переломов пяточной кости.

**Ключевые слова:** пяточная кость, подтаранный артродез, корригирующая остеотомия.

## TREATMENT OF CONSEQUENCES OF FRACTURES OF THE BONES FORMING THE SUBTALAR JOINT

**Objective:** To develop and theoretically justify a method of corrective osteotomy of the calcaneus in the sagittal plane with incorrectly healed fractures.

**Material and methods:** The analysis of outcomes of 11 patients with the consequences of fractures of the calcaneus, divided into two groups for comparison. In the control group, distraction-induced arthrodesis with bone grafting (5) and stabilization *in situ* (2) have been carried out. In the main group, a rammed arthrodesis was performed according to the improved technique (4). The period from injury to surgery averaged 30 months.

**Results:** We studied the comparative results of reconstruction of the subtalar joint, manifestations of the pain syndrome (FFI) and restoration of function of the foot (AOFAS) after an average of 18.2 months after the operation. The best results were observed in the dynamic of these signs in the process of treatment using the proposed method.

**Conclusions:** The use of the developed combination of arthrodesis of the subtalar joint and corrective wedge-shaped resection of the heel bone showed positive results in restoring the functional state of the posterior part of the foot and reducing the intensity of pain in patients with the consequences of fractures of the heel bone.

**Keywords:** calcaneus, subtalar arthrodesis, corrective osteotomy.