

**Zaangażowanie Autorów**

- A – Przygotowanie projektu badawczego  
B – Zbieranie danych  
C – Analiza statystyczna  
D – Interpretacja danych  
E – Przygotowanie manuskryptu  
F – Opracowanie piśmiennictwa  
G – Pozyskanie funduszy

**Author's Contribution**

- A – Study Design  
B – Data Collection  
C – Statistical Analysis  
D – Data Interpretation  
E – Manuscript Preparation  
F – Literature Search  
G – Funds Collection

**Paweł Grala<sup>(A)</sup>, Bartosz Mańkowski<sup>(B)</sup>,  
Zofia Machyńska-Bućko<sup>(C)</sup>**

Kliniki Chirurgii Urazowej, Leczenia Oparzeń i Chirurgii Plastycznej Akademii Medycznej, Poznań  
Department of Traumatic Surgery, Burn Treatment, and Plastic Surgery, Poznań Medical University, Poznań, Poland

**Powikłania przemieszczonych złamań  
kości piętowej**  
*Complications of dislocated calcaneal fractures*

**Słowa kluczowe:** złamanie kości piętowej, leczenie operacyjne, powikłania  
**Key words:** calcaneus fracture, operative treatment, complications

**STRESZCZENIE**

**Wstęp.** złamanie kości piętowej (KP) jest najczęstszym złamaniem w obrębie stępu, przy czym większość jest wynikiem urazu o dużej energii kinetycznej powodującego znaczące rozfragmentowanie kości z uszkodzeniem jej powierzchni stawowej tylnej. Pozostawienie złamania przemieszczonym lub nieoperacyjne próby poprawy ustawienia odłamów zwykle kończą się niepowodzeniem leczenia z trwałym okaleczeniem. Z drugiej strony leczenie operacyjne nie daje jednoznacznie dobrych rezultatów, a samo w sobie związane jest z ryzykiem dramatycznych powikłań. KP jest strukturą wielofunkcyjną; to podpora, która utrzymuje kość skokową na prawidłowej wysokości, wymuszając jej odpowiednie dla ruchu w stawie skokowym pochylenie, jednocześnie łączy kości tylostopia w jedną funkcjonalną całość. Odpowiedni kształt utrzymuje drożność tuneli dla sąsiadujących ścięgien oraz mocną dźwignię przenoszącą siłę ścięgna Achillesa.

**Material i metody.** W okresie 3 lat (2002-2005) autorzy leczyli operacyjnie 23 chorych z przemieszczonymi przezstawowymi złamaniami kości piętowych metodą otwartego nastawienia i stabilizacji wewnętrznej. Jednocześnie 12 chorych ze złamaniami przestawowymi leczono nieoperacyjnie lub metodą minimalnie inwazyjną (zamknięta repozycja guza piętowego i stabilizacja drutami Kirschnera). Oceny wyników dokonywano, po co najmniej roku od złamania. Na radiogramach bocznych i zdjęciach w projekcji Brodena poddano analizie kąt Bohlera i Gissana, oraz kształt powierzchni stawowej tylnej kości piętowej. Rezultat czynnościowy oceniano na podstawie skali Creighton-Nebraska. Odnotowano powikłania nieuwzględnione w powyższej skali uwzględniając ich wpływ na czynność stopy.

**Wyniki.** W grupie leczonych otwartą repozycją uzyskano wyraźnie lepsze rezultaty anatomiczne oraz czynnościowe. W grupie leczonych operacyjnie 3 powikłania infekcyjne były związane z zabiegiem, w grupie drugiej 2 takie przypadki były ze złamaniami otwartymi. W obu grupach obserwowano przykurcze palców stopy. Jakość nastawienia odłamów w grupie nieoperowanej była zawsze niezadowolająca.

**Wnioski.** 1. Powikłania złamania kości piętowej w sposób istotny pogarszają wynik leczenia, niezależnie od zastosowanej metody. 2. Prawidłowe leczenie oparte na szczegółowej ocenie stopy w pierwszych dniach po urazie umożliwia zmniejszenie liczby powikłań.

**SUMMARY**

**Background.** calcaneal fractures are the most common of all tarsal fractures, with the majority being the result of high energy injuries causing comminution of bone and lesions of the posterior articular surface. If the bone fragments are left dislocated or non-operative reduction is attempted, the outcome is poor, often with chronic disability. On the other hand, operative treatment does not always lead to a good result and there is an inherent risk of devastating complications.

**Material and methods.** during a 3-year period (2002-2005) the authors treated operatively (by open reduction and internal fixation) 23 dislocated calcaneal fractures involving the posterior calcaneotalar joint. A control group of 12 patients was treated non-operatively or using minimally invasive techniques. Medium-term results were compared by evaluating the Bohler and Gissane angles and the shape of the posterior calcaneal articular surface on radiographs (lateral and Broden views), while functional outcomes were rated according to the Creighton-Nebraska scale. Complications not included into this scheme were noted.

**Results.** Both anatomic and functional results were markedly better in the group treated with open reduction and internal fixation. In this group, there were three cases of infectious complications that were attributed to the surgical procedure, while in the other group, two such cases were associated with open fractures. Both groups developed clawing of the toes. The quality of reduction was always unsatisfactory in the non-operative group.

**Conclusions.** 1. Complications of calcaneal fractures significantly worsen the therapeutic outcome. 2. Proper care based on meticulous evaluation of the foot in the early period is crucial for reducing the incidence of complications.

Liczba słów/Word count: 4842

Tabele/Tables: 1

Ryciny/Figures: 2

Piśmiennictwo/References: 21

Adres do korespondencji / Address for correspondence

dr n. med. Paweł Grala

61-059 Poznań, ul. Arkońska 40

tel./fax: (0-61) 876-85-89, e-mail: pawel.grala@aolumni.org

Otrzymano / Received

15.10.2006 r.

Zaakceptowano / Accepted

03.03.2007 r.

## WSTĘP

Złamanie kości piętowej jest najczęstszym złamaniem w obrębie stępu, przy czym większość jest wynikiem urazu o dużej energii kinetycznej powodującego znaczące rozfragmentowanie kości z uszkodzeniem jej powierzchni stawowej tylnej [1,2,3,4,5]. Złamaniu towarzyszą uszkodzenia sąsiadujących tkanek miękkich, niejednokrotnie wpływające w istotny sposób na końcowy rezultat leczenia [1,6,7]. Pozostawienie złamania przemieszczonym lub nieoperacyjne próby poprawy ustawienia odłamów zwykle kończą się niepowodzeniem leczenia z trwałym okaleczeniem. Z drugiej strony leczenie operacyjne nie daje jednoznacznie dobrych rezultatów, a samo w sobie związane jest z ryzykiem dramatycznych powikłań. Leczenie komplikują współistniejące często liczne dodatkowe obrażenia, głównie kręgosłupa i kończyn [1]. Niezależnie od przyjętej opcji terapeutycznej niepowodzenie charakteryzuje się przewlekłym bólem, sztywnością i osłabieniem, a szczególnie poważne następstwa wiążą się z zakażeniem kości piętowej [1,7]. Ból lokalizuje się zwykle w bocznej części tyłostopia i nasila podczas obciążania kończyny, a sztywność dotyczy stawu skokowego i palców stopy (z niekiedy dołączającym się nadmiernym wydrążeniem stopy). W badaniu fizykalnym zwraca uwagę poszerzenie i obniżenie tyłostopia (Ryc. 1). Problemy te dotyczą zwykle najbardziej narażonej populacji (mężczyźni w wieku produkcyjnym) i prowadzą często do trwałego kalectwa [1,8,9].

## MATERIAŁ I METODY

Prospektywnej analizie poddano wyniki leczenia dwóch grup pacjentów z wieloodłamowymi złamaniami KP obejmującymi jej powierzchnię stawową tylną. W latach 2002-2005 autorzy leczyli operacyjnie 23 chorych (19 mężczyzn

## BACKGROUND

The calcaneus is the most commonly fractured bone in the tarsus and most of those fractures are the result of high energy injuries causing significant comminution of the bone with destruction of its posterior articular surface (PAS) [1,2,3,4,5]. The fracture is accompanied by injuries to the adjacent soft tissues, often adversely influencing outcome [1,6,7]. Attempts at non-operative reduction or leaving the fracture dislocated lead to therapeutic failure and permanent disability. On the other hand, operative treatment does not render clear-cut good results and is associated with a risk of dramatic complications. Management is additionally complicated by associated injuries of the spine and extremities [1]. Regardless of the therapeutic option, a failure presents as chronic pain, stiffness and weakness, the symptoms being especially severe following an infection [1.7]. Pain is usually localized at the lateral portion of the tarsus and exacerbated by weight-bearing. Stiffness is found at the tibio-talar joint and the toes (sometimes with excessive excavation of the foot). A physical examination reveals conspicuous widening and flattening of the tarsus (Fig. 1). Males, especially between 30-50 years old, are the most vulnerable population for this kind of injury and often become disabled [1,8,9].

## MATERIAL AND METHODS

A prospective evaluation was carried out on 2 groups of patients with comminuted fractures of the calcaneus that extended to its PAS. 23 patients (19 males and 4 females, aged 19 to 57) were operated between 2002-2005. All had



Ryc. 1. Typowa deformacja tyłostopia po złamaniu kości piętowej  
Fig. 1. Characteristic rear foot deformity after calcaneal fracture

i 4 kobiety, w wieku 19 do 57 lat) ze złamaniami typu Sanders II i III wg. badania w tomografii komputerowej (KT) metodą otwartego nastawienia z rozszerzonego dostępu bocznego i osteosyntezy płytą rekonstrukcyjną i śrubami ciągnącymi. W tym samym okresie leczono nieoperacyjnie (lub metodą przezskórnej stabilizacja drutami Kirschnera) 11 KP (u 9 osób) w tym 4 oceniono w systemie Sandersa jako typ III i IV. U pozostałych nie wykonano badania KT z uwagi na istniejące przeciwwskazania do leczenia operacyjnego (wiek ponad 60lat, cukrzyca, niedokrwienie stopy, poważne zmiany skórne w okolicy planowanego cięcia). Po roku oceniono poddano wyniki anatomiczne (ocena powierzchni stawowej tylnej kości piętowej i kąta Bohlera) oraz czynnościowe stosując skalę Creighton-Nebraska, a dodatkowo notowano wszystkie powikłania nie ujęte w tej skali.

## WYNIKI

Rezultaty leczenia przedstawiono w Tabeli 1. Dwanaście operowanych złamań, częściej typu III wg. Sandersa, wygoiło się z nieznaczną deformacją. U wszystkich chorych z grupy nieoperowanej KP wygoiła się w nieanatomicznym ustawieniu, przy czym deformacja była poważniejsza niż wśród operowanych.

## DYSKUSJA

U niemal wszystkich chorych ból pojawia się jako dolegliwość chroniczna o dużym nasileniu lub jako problem pojawiający się jedynie w przypadku przemieszczenia ko-

puted tomography performed and their calcaneal fractures were classified as Sanders II and III. The treatment consisted of open reduction and internal fixation with a reconstruction plate (Synthes) and lag screws using an extended lateral approach. As suggested by Sanders, the widest coronal cut of the posterior talo-calcaneal joint was used for classification purposes. At the same time, 11 calcaneal bones in 9 patients were treated non-operatively or with percutaneous fixation with Kirschner wires. In this group, 4 fractures were graded Sanders III and IV, while the other patients did not have a CT done due to contraindications to operative treatment (age over 60, diabetes, vascular insufficiency, serious skin changes at the incision site). The anatomic outcome was rated after a year (evaluation of the PAS and Bohler's angle), and function was assessed with the use of the Creighton-Nebraska scale. All complications not included in this scale were recorded.

## RESULTS

The treatment results are presented in Table 1. Twelve operated fractures, more often Sanders grade III, healed with some deformation. All patients who were not operated on developed calcaneal deformity and the deformation was more severe than in the operated group.

## DISCUSSION

Pain is the predominant complaint in almost all cases, both as a chronic finding of variable intensity or appearing only as a result of strain or if the foot is placed in an un-

Tab. 1. Results of treatment of calcaneal fractures

Tab. 1. Results of treatment of calcaneal fractures

Rodzaj powikłania	Grupa leczona operacyjnie 23 przypadki / Operated 23 cases	Grupa leczona nieoperacyjnie 11 przypadków / Nonoperated 11 cases
Wyniki anatomiczne / Anatomic results	Bardzo dobre / Very good 11 (48%) Dobre / Good 2 (52%)	Złe / Bad 11(100%)
Wyniki czynnościowe / Functional results	Bardzo dobre / Very good 5 (22%) Dobre / Good 16 (70%) Dostateczne / Satisfactory 2 (9%)	Dobre / Good 2(18%) Dostateczne / Satisfactory 5(45%) Złe / Bad 4(17%)
Zmiany zwyrodnieniowe / Arthritis	10 (43%)	8(73%)
Istotna deformacja pozastawowa / Important extraarticular Deformation	12(52%)	11(100%)
Infekcja / Infection	1(4%)	2(18%)
Zapalenie ścięgien mięśni strzałkowych / Peroneal tenopathy	0	2(18%)
Neuropatia nerwu łydkowego Sural neuropathy	0	1(9%)
Przykurcz palców / Toe contracture	6(26%)	8(73%)

czyni. Nawet ci chorzy po leczeniu operacyjnym, którzy uzyskali bardzo dobry wynik w skali Craighton-Nebraska odczuwali epizodyczne dolegliwości tego typu. W leczeniu dolegliwości bólowych po wygojonym złamaniu KP stosuje się NLPZ, wkładki ortopedyczne i obuwie o miękkich podeszwach, unoszące nieco piętę i dodatkowo stabilizujące staw skokowy. Obuwie takie stabilizując tyłostopie i absorbując dużą część energii podczas chodu, jednocześnie stwarza korzystne warunki mechaniczne dla zakleszczonych ścięgien mięśni strzałkowych. Ograniczenie ruchu w stawie skokowym zmniejsza dolegliwości bólowe. W niektórych przypadkach konieczne jest odciążenie kończyny np. kule ortopedyczne. Obuwie musi być dobrze dopasowane, aby uniknąć powstawania owrzodzeń [1]. Jeżeli przyczyną jest deformacja kości, brak poprawy po leczeniu nieoperacyjnym jest wskazaniem do korekcyjnej osteotomii [3,9]. Późny ból jest zwykle wynikiem zmian zwyrodnieniowych w stawie skokowym dolnym, oraz przy spłaszczeniu pięty, poziomego ustawienia kości skokowej z przednim przyparciem skokowo-piszczelowym [2,3,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18]. Zmiany zwyrodnieniowe pojawiają się także w przypadkach o dobrym wyniku anatomicznym, czego przyczyną jest uszkodzenie chrząstek stawowych – typowe dla obrażeń o dużej energii kinetycznej (ponad 90% naszych chorych). Diagnostykę radiologiczną takich przypadków można uzupełnić podaniem 1% lignokainy do stawu skokowego dolnego. W przypadkach ze znacznymi dolegliwościami bólowym niektórzy autorzy zalecają artrodezę, a w najcięższych złamaniach (Sanders IV) zalecają taki zabieg w trybie doraźnym [1,2,17,19]. Jak widać w naszym materiale u wszystkich pacjentów z przeciwwskazaniami do operacji pojawiły się objawy zmian zwyrodnieniowych, wszyscy też skarżyli się na różnie nasilone dolegliwości bólowe. Ból stawowy był częsty także w grupie operowanej (wszyscy doznali złamań stawowych: typu II i III wg Sandersa) jednak zdecydowanie rzadziej wpływał istotnie na funkcję kończyny.

Deformacja pozastawowych fragmentów KP bywa przyczyną wielu problemów. Objawia się zwykle spłaszczeniem i poszerzeniem pięty oraz szpotawością guza piętowego [1,16]. Nadmierne wybrzuszenie bocznej ściany KP (typowe dla większości złamań przestawowych – w naszym materiale wstępnie obecne we wszystkich przypadkach) utrudnia dopasowanie obuwia (jest jednym z elementów poszerzonej pięty – Ryc. 1) i może powodować różnorodne patologie ścięgien mięśni strzałkowych [1,3,9,16]. Dostęp boczny z korekcją wybrzuszonej ściany bocznej KP chroni przed tego przyczyną dolegliwości. W naszym materiale u 2 osób z grupy nieoperowanej, z niezadowolającym wynikiem czynnościowym stwierdziliśmy objawy zapalenia ścięgien (ból na przebiegu ścięgna, nasilający się przy biernym zginaniu grzbietowym stopy). Chorzy ci wymagali długotrwałego stosowania NLPZ, fizjoterapii, w jednym przypadku lokalnego podania długo działających sterydów. W obu przypadkach objawy mają tendencję do nawrotów stąd rozważana możliwość ich operacyjnej dekompresji.

Uszkodzenie nerwu łydkowego bywa opisywane jako następstwo nieprawidłowo przeprowadzonego cięcia chi-

ural position. Even post-surgery patients with good Craighton-Nebraska scores experienced this kind of problem. In such cases, the management consists of NSAIDs, sole orthotics and soft padded shoes, which slightly lift the heel and stabilize the tibio-talar joint. Such shoes absorb considerable energy during gait and create a favourable mechanical environment for impinged peroneal tendons. Sometimes a cane or crutches are necessary to decrease loading of the calcaneus. Shoes must fit the foot well to prevent ulceration [1]. An indication for corrective osteotomy exists if the pain is caused by deformation of the foot [3,9]. Late pain is usually a consequence of arthritis of the talo-calcaneal joint, or of dorsiflexion ("horizontal talus") of the talus caused by flattening of the calcaneus, thus leading to anterior tibio-talar impingement [2,3,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18]. Arthritic changes are also common in patients with a good anatomic result, being a consequence of cartilaginous injuries, typically due to a high energy trauma (over 90% of our patients). Radiologic workup of such cases might be supplemented with an injection of a 1% lidocaine solution into the talo-calcaneal joint. If pain is intense, some authors suggest arthrodesis. This might be performed as primary procedure in the most severe fractures (Sanders IV) [1,2,17,19].

All our patients from the non-operated group with contraindications for surgery had radiographic evidence of arthritis and various levels of pain. Articular pain was also common in the operated group (all had articular fractures: Sanders types II and III) but had much smaller impact on function.

Deformation of the extraarticular part of the calcaneus is often a cause of various problems. It manifests as a widening and flattening of the calcaneus and varus deviation of the tuberosity [1,16]. Excessive bulging of the lateral wall (typical for most articular fractures – in our study it was initially present in all cases) causes difficulties in shoe fitting (Fig. 1) and may produce various pathologies of the peroneal tendons [1,3,9,16]. An operative lateral approach with correction of the alignment of the lateral wall and the rotated lateral fragment of PAS that lies just underneath eliminates this problem. In our study 2 patients from the non-operative group, with poor anatomic and functional outcomes had symptoms of tendonitis (pain along the tendon increasing on passive dorsiflexion of the foot). These patients required long term analgetic therapy with physiotherapy. A topical injection of long acting steroids was necessary in one patient. In both cases the symptoms have tended to recur, and so surgical decompression is considered.

An injury to the sural nerve has been described as a result of an incorrect incision on the lateral surface of the calcaneus or compression and scarring around the deformed bone [1,3]. The incision must be located very close to the Achilles tendon, preserving the nerve safe in the periosteal-cutaneous flap. In our material, only one patient from the non-operative group presented with symptoms suggesting neuropathy (pain with paresthesias on the lateral surface of the proximal foot with a positive Tinel sign). These symptoms are of moderate intensity, while

rurgicznego na bocznej powierzchni pięty lub ucisku i zbliznowacenia w przypadku zdeformowanej kości [1,3]. Stosujemy nacięcie boczne w bezpośrednim sąsiedztwie ścięgna Achillesa, zachowując nerw bezpieczny w płacie skórno-okostnowym. W naszym materiale tylko u jednej osoby z grupy nieoperowanej pojawiły się objawy sugerujące neuropatię (ból w okolicy bocznej pięty z dodatnim objawem Tinel'a i drętwieniem w okolicy bocznej stopy). Objawy ze strony nerwu są umiarkowanie nasilone (jednakże przejawia się tendencja do nasilenia dolegliwości w nocy), a pierwszoplanowymi są zwyrodnienie w stawie skokowo-piętowym ze znacznym bólem i ograniczeniem zakresu ruchów stopy. Stąd też leczenie jest skoncentrowane na zmianach zwyrodnieniowych z rozważaną artrodezą. W przypadkach, gdy jest to objaw dominujący stosuje się fizjoterapię, wykonuje blokady nerwu, jego neurolizę lub nawet podwiązanie [1,3,9,10]. Zdaniem Braly ból w okolicy bocznej tyłostopia częściej jest wynikiem deformacji ściany bocznej kości piętowej z uciskiem na ścięgna, przyparciem kostki bocznej i usidleniem nerwu łydkowego niż współistniejących zmian zwyrodnieniowych, stąd proponowana korekcyjna osteotomia (boczna dekompresja) w połączeniu z zabiegami na ścięgnach i nerwie zamiast bardziej skomplikowanej technicznie artrodezy podskokowej [9].

Opisywanych często objawów algodystrofii (ból, zimna, sinawa skóra, przeczulica) w naszej grupie chorych nie obserwowaliśmy [1,3,8,10].

Przemieszczone odłamy KP, a zwłaszcza podpórka skokowa i guz piętowy mogą wywołać objawy zespołu kanału stępu. Uszkodzenie dotyczy zwłaszcza nerwu piszczelowego tylnego (opisano też przypadki uszkodzeń śrubami wprowadzanymi od strony bocznej)[3]. Próby wywołania objawu Tinel'a w naszej grupie chorych nie przyniosły przekonujących wyników ze strony tego nerwu. Badań elektromiograficznych nie wykonywaliśmy.

Podobne objawy bywają wynikiem usidlenia nerwu w wyniku bliznowacenia spowodowanego zespołem ciasnoty przedziałów powięziowych. Uznaje się, że ciasnota dotyczy około 10% chorych ze złamaniem KP, przy czym połowa z nich doznaje zwłóknienia tkanek miękkich stopy z ich deformacją i przykurczem palców typu Volkmana [3,18,20]. W naszym materiale problem dotyczył 7 chorych i nikt z nich nie został zaliczony do grupy z bardzo dobrym wynikiem czynnościowym. Niektórzy autorzy uważają ten zespół za główną przyczynę dolegliwości bólowych tyłostopia po złamaniu KP, wiążąc częstość jego występowania z typową dla złamań kości gąbczastej obfitą kumulacją krwiaka i wysięku [1,3,18,20]. Mittlemeyer uznaje, że częstość wykonywania fascjotomii powinna być zdecydowanie większa [18]. Nikt z naszej grupy nie miał tego typu interwencji, choć we wszystkich przypadkach wykonywaliśmy inwazyjne badania ciśnień w przedziałach powięziowych stopy. W każdym badaniu wykazano podwyższenie ciśnienia (powyżej 30mmHg) w 3 badanych przedziałach, lecz nie wykazaliśmy pełnego zestawu klinicznych cech zespołu. Szczegółowy obraz tej kwestii został opisany w oddzielnej pracy. Nie ma przekonujących dowodów na to, że tak często występujące pęcherze

arthritis of the talo-calcaneal joint with pain and limitation of foot motion are predominant; accordingly, the therapy is focused on arthritis and arthrodesis is taken into consideration. If neuropathy is the main complaint, physiotherapy, nerve blockades, neurolysis or even ligation of the nerve should be considered [1,3,9,10]. Pain in rear foot is, according to Braly, usually the result of lateral bulging of the calcaneus with compression of the peroneal tendons, impingement of the lateral malleolus with sural nerve entrapment but is rarely related to associated arthritic changes. Accordingly, Braly proposes lateral decompression (osteotomy) with neuro- and tenolysis instead of the more cumbersome subtalar arthrodesis [9].

The commonly described symptoms of algodystrophy (pain, cold, cyanotic skin, hypersensitivity) were not observed in our patients [1,3,8,10].

Dislocated fragments of the os calcis, especially the sustentaculum tali and tuber calcanei can trigger a tarsal canal syndrome. Sometimes the posterior tibial nerve sustains an injury from the protruding screws (implanted from the lateral side) [3]. Efforts to elicit the Tinel sign from this nerve failed in our group of patients. Electromyographic studies were not performed. Similar symptoms can result from scarring caused by a compartment syndrome. It is recognized that this syndrome is present in about 10% of calcaneal fractures and half of these end up with soft tissue fibrosis causing deformation of the foot and clawing of the toes [3,18,20]. This finding was present in 7 of our patients and none of those achieved a very good clinical result. Some believe that this syndrome is a major cause of pain after a calcaneus fracture, linking its incidence to the accumulation of haematoma and exudate, a typical finding in cancellous bone fractures [1,3,18,20]. Mittlemeyer concluded that fasciotomies should be carried out much more often [18]. None of our patients underwent this type of intervention, though invasive intracompartmental pressure measurements were performed in each case. The pressure was elevated (exceeding 30 mmHg) in 3 compartments studied, but none of our patients presented with the full clinical picture of this syndrome. The details of this problem will be presented in a separate article. There is no convincing evidence that epidermal blisters, commonly seen in the vicinity of a calcaneus fracture (6 cases in our material, not always associated with toe clawing) are the symptoms of a compartment syndrome.

Destruction of the microstructure of the subcalcaneal fat pad may cause pain during weight bearing. The pain is typically localized underneath the heel (second most common localization of pain) [1,3]. A total of 14 of our patients, mostly (8) from the non-operative group, developed this complaint. Pain can be elicited following lateral compression of the fat pad and during percussion of this area. Lim described an objective symptom of this complication - excessive laxity of the fat pad; however, we were not able to detect any such differences in comparison with the opposite foot [3]. If such a diagnosis is made, a special, soft orthotic insole should be used.

Heel spurs that are visible on radiographs may result from repair after the fracture or a preexisting degenerative

naskórkowe (6 przypadków, niepokrywających się z występowaniem deformacji palców) w okolicy złamania są elementem zespołu ciasnoty.

Zniszczenie mikroarchitektury poduszki tłuszczowej piętowej może powodować bolesność pod piętą podczas obciążania (druga najczęstsza lokalizacja bólu po okolicy bocznej tyłostopia) [1,3]. W naszym materiale 14 pacjentów, w tym większość 8 z grupy nieoperowanej skarżyło się na taką lokalizację. Bolesność można wywołać bocznym ściskaniem okolicy podpiętowej i jej opukiwaniem. Lim opisuje objaw obiektywny tego typu powikłania - nadmierna wiotkość poduszki tłuszczowej; nie byliśmy jednak w stanie stwierdzić tego typu różnic w porównaniu z piętą nieuszkodzoną [3]. W przypadku takiego rozpoznania sugerowane leczenie obejmuje odpowiednie wkładki ortopedyczne, typowe dla większości przyczyn bólu okołopiętowego. Widoczne na radiogramach ostrogi piętowe mogą być wyrazem istniejącego uprzednio procesu zwyrodnieniowego przyczepu rozciągnięta podeszwowego lub procesów naprawczych po złamaniu w tej okolicy. Leczenie nie różni się od typowego – fizjoterapia, wkładki, lub operacyjna resekcja. W naszej grupie chorych tego typu problemów nie obserwowaliśmy, podobnie jak braku zrostu (w piśmiennictwie opisywane incydentalnie) [21].

Najbardziej dramatycznym powikłaniem operacji jest infekcja (do 25% przypadków wliczając powierzchowne problemy z gojeniem rany) [1,3,7,10,11]. Uznanyimi czynnikami ryzyka są: cukrzyca, nikotynizm i niewydolność naczyniowa. Zmniejszenie ryzyka uzyskujemy poprzez unikanie operacji u chorych z grupy ryzyka, profilaktykę antybiotykową, opóźnioną interwencję oraz delikatne preparowanie tkanek miękkich. W przypadku głębokich zakażeń z ubytkiem tkanek niewiele jest możliwości pokrycia rany w tej okolicy wartościowymi tkankami miękkimi [3]. Zwykle dochodzi jedynie do rozejścia brzegów rany w okolicy kąta nacięcia, jednak odpowiednie postępowanie miejscowe pozwala zwykle na wygojenie. Przyczyną jest zwykle nieprawidłowe odpreparowanie bocznego płata skórno-kostnowego lub nadmierne napięcie tkanek z powodu obrzęku [1,3]. W naszym materiale dwa przypadki rozejścia zagoiły się w ciągu miesiąca od pojawienia, przy czym jeden przypadek dotyczył brzeżnej martwicy skóry w okolicy kąta nacięcia i ubytek pojawił się wkrótce po zabiegu, w drugim dopiero po usunięciu szwów w 14 dniu od operacji z rzekomo wygojonej rany. Jeden przypadek głębokiej infekcji (*Staphylococcus aureus*) wymagał usunięcia implantu, oraz resekcji brzegów kości; płytki ubytek pokrytą gąbką kolagenową nasączoną gentamycyną (Garamycin Schwamme) (Ryc. 2). Wynik czynnościowy leczenia był jedynie satysfakcjonujący. Podobnie jak inni autorzy ogromne znaczenie przypisujemy odpowiedniemu momentowi podjęcia interwencji operacyjnej [3,7,10]. Oczekujemy niekiedy do 3 tygodni (zwykle 8-15 dni), aż do ustąpienia obrzęku i wygojenia pęcherzy naskórkowych (bez dodatkowych interwencji). Zdajemy sobie sprawę, że szczególnie w obrażeniach będących wynikiem urazów o wysokiej energii kinetycznej dochodzi do znacznych zmian niedokrwiennych w skórze i tkance podskórnej okołopiętowej. W piśmiennictwie pojawiają się sugestie stoso-

process of the plantar aponeurosis. Management consists of physiotherapy, orthosis or operative resection. Such problems as well as non-unions (incidentally reported in the literature) were not present in our material [21].

Infection is the most dramatic complication of the operation (up to 25% of cases in the literature have had some wound healing problems) [1,3,7,10,11]. Well recognized risk factors are: diabetes, smoking and vascular insufficiency. Eliminating patients from high risk groups, antibiotic prophylaxis, delayed operation (safe "therapeutic window") and appropriate, delicate handling of soft tissues decreases the incidence of wound healing problems. In the presence of deep infection it is difficult to close such wounds with good quality soft tissues [3]. In cases of limited wound dehiscence, representing the most common complication (usually at the angle of the incision), topical treatment leads to uneventful healing. Incorrect preparation of the lateral periosteal-cutaneous flap or excessive tension due to oedema are the most common causative factors [1,3]. We had two cases of wound dehiscence that healed within a month. In one case, marginal skin necrosis at the angle of incision was evident soon after the operation (3rd day) while in the second patient, the allegedly healed wound margins separated after sutures were removed on the 14th postoperative day. The only case of deep infection (*Staphylococcus aureus*) required implant removal and marginal resection of the calcaneus in the bottom of the wound. The resultant shallow defect was covered with a gentamycin collagen sponge (Garamycin Schwamme) but final functional result was only satisfactory (Fig. 2). Appropriate timing of the operative intervention is crucial for the prevention of infection [3,7,10]. We postpone the procedure for up to 3 weeks (usually 8-15 days) until oedema recedes and epidermal blisters heal (without additional intervention).

We are aware that significant skin and subcutaneous tissue ischaemia is present in cases of high energy trauma. The use of pneumatic foot pumps to diminish oedema is mentioned in the literature but its effectiveness is questionable [3,10,11]. In case of infection, standard therapy requires administration of a long term antibiotic (up to 4 weeks) based on culture results and daily wound care with surgical debridement [1,3,11]. Two cases of Gustillo-Anderson grade II and IIIA open fractures (out of 3) developed a chronic infection. With their retrospective assessment, we came to a conclusion that our initial debridement was insufficient. Accordingly, we now use a more radical protocol with sufficient calcaneal resections.

In cases of significant dislocations of bone fragments in patients with contraindications for open reduction, minimally invasive procedures should be considered. In our material (5 cases) this kind of approach did not significantly improve the quality of reduction, but we did not observe any wound problems. Such procedures should be done early (prior to the initial consolidation of fragments) with the use of 2-3 stab incisions. Some authors report good results with such treatment but their indications are limited to less comminuted fractures [4,6,14].



Ryc. 2. Zakażenie implantu wymagające jego usunięcia  
Fig. 2. Infection of implant requiring its removal

wania pomp pneumatycznych dla przyspieszenia ustępowania obrzęku, lecz efekty takich działań są kwestionowane [3,10,11]. Długotrwała antybiotykoterapia (nawet do 4 tygodni) i codzienna pielęgnacja rany z agresywnym jej opracowaniem chirurgicznym jest standardem [1,3,11]. W dwóch (z trzech) przypadkach złamań otwartych (stopień II i IIIA wg. Gustillo-Andersona) leczonych nieoperacyjnie doszło do przewlekłego zapalenia kości. Oceniając sytuację retrospektywnie doszliśmy do wniosku, że nasze początkowe postępowanie było nie dość agresywne i obecnie w podobnych sytuacjach nie cofamy się przed odpowiednio radykalnymi resekcjami kości piętowej. W przypadkach poważnych przemieszczeń odłamów kostnych u pacjentów z przeciwwskazaniami do otwartej repozycji można rozważyć zabiegi miniinwazyjne. W naszym materiale poprawa istotnych parametrów anatomicznych nie została osiągnięta, jednakże były one stosunkowo bezpieczne dla chorych (5 osób) – nie odnotowaliśmy problemów z gojeniem ran. Zabiegi takie wykonujemy wcześniej (nie dochodzi do wstępnej konsolidacji odłamów) z 2-3 nacięć (ok. 1 cm). W niektórych doniesieniach wyniki anatomiczne takiego postępowania są dobre, lecz jedynie we wskazaniach ograniczonych do mniej rozfragmentowanych złamań [4,6,14].

## WNIOSKI

1. Powikłania złamania kości piętowej w sposób istotny pogarszają wynik leczenia, niezależnie od zastosowanej metody.
2. Prawidłowe leczenie oparte na szczegółowej ocenie stopy w pierwszych dniach po urazie umożliwia zmniejszenie liczby powikłań.

## CONCLUSIONS

1. Complications of calcaneal fractures significantly worsen therapeutic outcomes regardless of treatment chosen
2. Proper care based on meticulous evaluation of the foot in the early period is crucial for decreasing the incidence of complications.

## REFERENCES

1. Bernstein SA. Late sequelae of calcaneal fractures. *Clin Podiatric Med and Surgery* 2000; 17 (1): 81-95.
2. Buch BD, Myerson MS, Miller SD. Primary subtalar arthodesis for the treatment of comminuted calcaneal fractures. *Foot Ankle Inter* 1996; 17 (2): 61-70.
3. Lim EVA, Leung JPF. Complications of intraarticular calcaneal fractures. *Clin Orthop* 2001; 391: 7-16.
4. Rapła K. 30 lat doświadczeń dotyczących leczenia 150 stawowych złamań kości piętowych. *Chir Narz Ruchu Ortop Pol* 1998; LXIII (5): 407-12.
5. Rapła K. Mechanizm stawowych złamań kości piętowej w badaniach doświadczalnych, anatomopatologicznych oraz obrazach rentgenowskich i w tomografii komputerowej. *Chir Narz Ruchu Ortop Pol* 1992; LVII: 230-3.
6. Tornetta P. Percutaneous treatment of calcaneal fractures. *Clin Orthop* 2000; 375: 91-6.
7. Buddecke DE, Mandraccia VJ. Calcaneal fractures. *Clin Podiatric Med and Surgery* 1999; 16 (4): 769-91.
8. Buckley R, Tough S, McCormack R. Operative compared with nonoperative treatment of displaced intra-articular calcaneal fractures. *J Bone Joint Surg Am* 2002; 84 (10): 1733-44.
9. Braly WG, Bishop JO, Tullos HS. Lateral decompression for malunited os calcis fractures. *Foot Ankle Inter* 1985; 6 (2): 91-6.
10. Sanders R. Intra-articular fractures of the calcaneus: present state of the art. *J Orthop Trauma* 1992; 6: 252-65.
11. Sanders R, Gregory P. Operative treatment of intra-articular fractures of the calcaneus. *Orthop Clin North Am* 1995; 26 (2): 203-14.
12. Zwipp H, Tscherne H, Thermann H, Weber T. Osteosynthesis of displaced intraarticular fractures of the calcaneus. *Clin Orthop* 1993; 290: 76-86.
13. Letournel E. Open treatment of acute calcaneal fractures. *Clin Orthop* 1993; 290: 60-67.
14. Levine DS, Helfet DL. An introduction to the minimally invasive osteosynthesis of intra-articular calcaneal fractures. *Injury* 2001; 32: 51-4.
15. Mittlmeier T, Morlock MM, Hertlein H, Fassler M, Mutschler W, Bauer G i wsp. Analysis of morphology and gait function after intraarticular calcaneal fracture. *J Orthop Trauma* 1993; 7 (4): 303-10.
16. Romash MM. Reconstructive osteotomy of the calcaneus with subtalar arthrodesis for malunited calcaneal fractures. *Clin Orthop* 1993; 290: 157-67.
17. Myerson MS. Primary subtalar arthrodesis for the treatment of comminuted fractures of the calcaneus. *Orthop Clin North Am* 1995; 26 (2): 215-27.
18. Mittlmeier T, Machler G, Lob G, Mutschler W, Bauer G, Vogl T. Compartment syndrome of the foot after intraarticular calcaneal fracture. *Clin Orthop* 1991; 269: 241-8.
19. Niedźwiedzki T, Mierniczek W, Szeliga P. Leczenie zmiążdżeniowych złamań kości piętowej trójplaszczynową korekcją w aparacie Ilizarowa – doniesienie wstępne. *Now Lek* 2004, 73, 3: 206-8.
20. Myerson M, Manoli A. Compartment syndromes of the foot after calcaneal fractures. *Clin Orthop* 1993; 290: 142-50.
21. Thomas P, Wilson F. Non-union of an os calcis fracture. *Injury* 1993; 24 (9): 630-2.