

Korekcyjna artrodeza w leczeniu następstw zespołów ciasnoty powięziowej i niedokrwieniowych goleni i stopy

Corrective Arthrodesis to Treat Sequelae of Compartment Syndrome and Ischaemic Syndromes of Lower Leg and Foot

Marek Napiontek^{1(A,D,E)}, Krzysztof Pietrzak^{2(B,C,D,F)}

¹ Ortop Poliklinika, Poznań

² Katedra i Klinika Ortopedii i Traumatologii, Polska

¹ Ortop Clinic, Poznań

² Department of Orthopaedics and Traumatology, University of Medical Sciences, Poznań

STRESZCZENIE

Wstęp. Niewiele prac dotyczy leczenia zniekształceń w obrębie stopy i stawu skokowo-goleniowego będących następstwem zespołów ciasnoty powięziowej lub niedokrwienia.

Materiał i metody. 5 chorych (4 mężczyzn i 1 kobieta) leczono artrodezą skokowo-goleniową (1 stopa) i potrójną artrodezą stępu (4 stopy) z powodu zniekształcenia końsko-szpotawego stopy w następstwie zespołu ciasnoty powięziowej lub niedokrwienia. Wiek w chwili operacji wała się od 28 do 50 lat (średnia 39 lat). U 3 chorych zniekształcenie było następstwem zespołu ciasnoty przedziałów powięziowych w wyniku urazu. U 1 chorego uszkodzeniem tętnicy podkolanowej, a u 1 chorej zatem tątynicy udowej podczas endoprotezoplastyki stawu biodrowego. Ocenę wyniku oparto na skali funkcjonalnej AOFAS (Ankle-Hindfoot Scale) oraz subiektywnej ocenie wyniku leczenia według 10 punktowej skali (od 0 do 10, bez wizualizacji), w której maksymalna wartość punktowa oznaczała wynik najlepszy.

Wyniki. U 4 chorych uzyskano pełną korekcję zniekształceń. Tylko u 1 chorej wystąpiła powierzchniowa infekcja i przedłużenie gojenia się rany pooperacyjnej. U tej samej chorej pozostała niewielka szpotawość na poziomie usztywnionego stawu skokowo-goleniowego. Średnia ocena pooperacyjna w skali AOFAS wyniosła 66,4 (35-86), w skali subiektywnej 8,4 (5-10).

Wnioski. 1. Korekcja zniekształceń stóp powstałych w następstwie zespołów ciasnoty przedziałów powięziowych i niedokrwieniowych metodą artrodezy korekcyjnej jest skuteczna. 2. W przebiegu pooperacyjnym nie obserwowały się istotnych powikłań.

Słowa kluczowe: ciasnota przedziałów powięziowych, zespół Volkmanna, zniekształcenia stopy, artrodeza skokowo-goleniowa, potrójna artrodeza stępu

SUMMARY

Background. There is a scarcity of studies concerning the treatment of foot and talocrural deformities secondary to a compartment syndrome or ischaemia.

Material and methods. Five patients (4 males and 1 female) were treated by talocrural arthrodesis (1 foot) and triple tarsal arthrodesis (4 feet) due to equinovarus foot deformity secondary to compartment syndrome or ischaemia. The age at surgery ranged 28 to 50 years (mean 39 years). The deformity was a sequela to compartment syndrome due to an injury in 3 patients, popliteal artery damage in one male patient, and an embolism in the femoral artery during hip arthroplasty in one female patient. The evaluation of the results was based on the AOFAS Ankle-Hindfoot Scale functional scoring system and a subjective assessment of treatment outcomes according to a 10-grade scale (from 0 [worst] to 10 [best], no visualization).

Results. A complete correction of the deformity was achieved in 4 patients. A superficial infection and a prolonged healing process of the post-operative wound after the surgery occurred only in one (female) patient. The same patient had a slight persistent varus deformity in the rigid talocrural joint. The mean post-operative AOFAS score was 66.4 (35-86) and 8.4 (5-10) in the subjective scale.

Conclusions. 1. Corrective arthrodesis is an effective method of correction of foot deformities secondary to compartment syndrome and ischaemic syndromes. 2. No significant post-operative complications were noted.

Key words: fascial compartment syndrome, Volkmann's syndrome, foot deformities, talocrural arthrodesis, triple tarsal arthrodesis

WSTĘP

Zjawisko uszkodzenia mięśni w następstwie zespołów ciasnoty przedziałów powięziowych (zcpp) lub bezpośredniego uszkodzenia naczyń w obrębie kończyny dolnej są dobrze znane [1,2,3,4,5]. Skutki tych zjawisk, a więc rodzaj zniekształcenia, które pojawia się w stopie, uzależnione są od tego, który z przedziałów powięziowych w obrębie kończyny dolnej uległ niedokrwieniu, a następnie zwłóknieniu. Uszkodzenia w tym samym mechanizmie doznają nie tylko mięśnie, ale i nerwy znajdujące się odpowiednim przedziale, co dodatkowo powoduje zaburzenia ruchowe i czuciowe.

O ile dobrze znane jest postępowanie w przypadku ostrych zcpp, o tyle mało uwagi poświęca się opisowi chirurgicznych działań naprawczych, mających na celu przywrócenie prawidłowego kształtu oraz lepszej funkcji stopie dotkniętej zniekształceniem w sposób trwały, w następstwie zespołu. Do tego celu wykorzystuje się różnorodne techniki operacyjne – uwolnienie tkanek miękkich, operacje kostne, w tym metodę Ilizarowa.

Celem pracy była retrospektywna analiza chorych leczonych z powodu zniekształceń stóp w następstwie ww. zespołów metodą korekcyjną artrodezys.

MATERIAŁ I METODY

Materiał badań to 5 chorych (4 mężczyzna i 1 kobieta), którzy doznali urazu, bądź powikłań leczenia po urazie w postaci zcpp w wieku od kilku do 48 lat. W 4 przypadkach był to złożony uraz wielomiejscowy. W 1 przypadku deformacja pojawiła się w wyniku powikłań naczyniowych po endoprotezoplastyce stawu biodrowego. U wszystkich chorych następstwem zcpp było końsko-szpotawe lub końskie ustawnienie stopy. Należy podkreślić, że było to zniekształcenie niekorektywne, z brakiem ruchomości biernej w stawie podskokowym i skokowo-goleniowym. Wszyscy chorzy długo oczekiwali na poprawcze leczenie operacyjne (minimum 5 lat). Chory, który doznał urazu w dzieciństwie był operowany dopiero po 30 latach. Odwlekanie leczenia miało związek z obawami lekarzy, że rozległa operacja spowoduje kolejne komplikacje naczyniowe. U wspomnianych pierwszych 4 chorych wykonaliśmy potrójną artrodezę stępu. U ostatniej chorej skorygowaliśmy końskie zniekształcenie artrodezą skokowo-goleniową. Wszyscy chorzy byli operowani przez pierwszego autora. Szczegóły przedstawia Tabela 1.

U wszystkich wskazaniem do artrodezys było zniekształcenie stopy powodujące utykanie, kłopoty z noszeniem zwykłego obuwia, a także powstawanie owrzoden troficznych w strefach przeciążenia. Na ostatnim

BACKGROUND

Muscle damage is a well-known sequela of compartment syndrome (CS) or direct damage to the lower extremity vessels [1,2,3,4,5]. The specific consequences of these events, and thus the type of foot deformity, depend on which compartments within the lower extremity have been affected by ischaemia and subsequently by fibrosis. Not only muscles but also nerves in the affected compartment are subject to damage as a result of the same mechanism, which additionally causes motor and sensory impairments.

While the principles of treatment of severe CS are well-known, little attention has been devoted to the description of surgical repair methods intended to restore a normal shape and improve function of the foot with a permanent deformity which developed subsequently to compartment syndrome. This can be achieved by the use of different surgical techniques such as soft tissue release or bone surgery, including the Ilizarov method.

The objective of the present study was to carry out a retrospective analysis of patients treated by corrective arthrodesis due to foot deformities that were the sequelae of fascial compartment or ischaemic syndromes.

MATERIAL AND METHODS

The study group consisted of 5 patients (4 males and 1 female) who were injured or, following the treatment of the injury, developed complications in the form of CS between the ages of approx. 5 to 48 years. Four patients suffered complex multifocal injuries and in one patient, the deformity developed as a result of vascular complications following hip arthroplasty. In all patients, CS led to an equinovarus or equine positioning of the foot. Importantly, this was a non-correctable deformity with no passive motion in the subtalar and talocrural joints. All patients had been waiting for corrective surgery for a long time (minimum 5 years). One patient who was injured as a child underwent corrective surgery after as many as 30 years. The treatment was put off because there was a fear that an extensive surgery would contribute to further vascular complications. A triple tarsal arthrodesis was performed in the first group of four patients. The fifth (female) patient had the equine deformity corrected by talocrural arthrodesis. All patients were operated on by the first author of this study. The details are presented in Table 1.

The indication for arthrodesis in all patients was a foot deformity that caused limping, problems wearing ordinary shoes, and also trophic ulceration in strain zones. Pain was reported by the patients as the

Tab. 1. Materiał chorych leczonych z powodu zniekształceń stóp w następstwie zespołu ciśniony przedziałów powięziowych
 Tab. 1. Patients treated for foot deformities due to fascial compartment syndrome

Lp/ Case no.	Płeć/ Sex	Wiek w chwili urazu bądź niedokrwienia w latech/ Age at the moment of injury or ischemia (years)	Rodzaj urazu bądź powiklania/ Type of injury or complication	Leczenie po urazie bądź powiklaniu/ Treatment after injury or complication	Zniekształcenie/ Deformity	Uwagi Rodzaj operacji/ Additional information Surgical technique	Wiek w chwili attrodyzji (lata)/ Age at arthrodesis (years)	Czas obserwacji (miesiące)/ Follow-up duration (months)	Wynik kliniczny w skali AOFAS (punkty)/ Clinical outcome (AOFAS score: points)	Ocena subjekttywna (punkty)/ Subjective evaluation (points)
1	M M	23	Uraz wielonarządowy, uszkodzenie nerwu kulszowego i tętnicy podkolanowej/ Multiple injury, damage to ischiadic nerve and popliteal artery	By-pass tętnic kończyny dolnej/ Bypass grafts of lower extremity arteries	Stopa końsko-szpotawa prawa, owrzodzenie troficzne palucha 1 palca II/ Equinovarus deformity of the right foot, trop hic ulceration of the hallux and the index toe	Potrójna arthrodeza stępu wg Lambbrinudiego, tenotomia zginaczy palców I-V/ Lambbrundi triple tarsal arthrodesis, flexor tenotomy of toes I-V	28	36	58	5
2	M M	27	Uraz wielonarządowy, złamanie kości udowej, uszkodzenie tętnicy udowej i nerwu (?), zespół ciśniony/ Multiple injury, femoral fracture, damage to femoral artery and (?) nerve, compartment syndrome	Przykurcz Volkamanna, ustawienie końsko-szpotawego stopa/ Volkmann's contracture, equinovarus foot	Potrójna arthrodeza stępu wg Lambbrinudiego, wydłużenie ścieżki Achillesa/ Lambbrundi triple tarsal arthrodesis, lengthening of the Achilles tendon	33	36	79	9	
3	M M	Okres dziecięcy In childhood	Uszkodzenie kończyny dolnej, w tym nerwu strzałkowego i tętnicy podkolanowej/ Damage to lower extremity, including fibular nerve and popliteal artery damage	Stopa końsko szpotawa porażenna prawa/ Equinovarus deformity of the right paralytic foot	Potrójna arthrodeza stępu/ Triple tarsal arthrodesis	38	24	86	10	
4	M F	40	Uraz wielonarządowy, niedokrwienie, zespół ciśniony, ostitis w obrębie goleni/ Multiple injury, ischaemia, compartment syndrome, osteoarthritis in the shin area	Stopa końska/ Equine foot	Potrójna arthrodeza stępu wg Lambbrinudiego, wydłużenie ścieżki Achillesa, tenotomia zginaczy palców II-V/ Lambbrundi triple tarsal arthrodesis, lengthening of the Achilles tendon, flexor tenotomy of toes II-V	50	12	74	10	
5	K F	48	Leczenie następstw LCC endoprotezoplastyka biodra, zator tętnicy udowej/ Treatment of sequelae of congenital hip luxation with hip arthroplasty, femoral artery embolism	Przykurcz Volkamanna, ustawienie końskie stopy prawej/ Volkmann's contracture, equine deformity of the right foot	Arthrodeza skokowo-goleniowa, wydłużenie ścieżki Achillesa/ Taloocrural arthrodesis, lengthening of the Achilles tendon	50	48	35	8	

miejscu chorzy wskazywali na ból. Czas obserwacji po artrodezie wałał się od 12 do 48 miesięcy (średnia 30).

Technika potrójnej artrodezy stępu zgodna była z opisanym przez nas standardem [6,7]. Dobierając technikę operacyjną staraliśmy się uwzględnić wszystkie istniejące zniekształcenia, stąd przy okazji artrodezy korekcja zniekształceń palców przez tenotomię zginaczy. U naszych chorych operację rozpoczęliśmy od wydłużenia śc. Achillesa i kapsulotomii tylnej stawu skokowo-goleniowego, co z reguły przynosiło tylko częściową korekcję zniekształcenia końskiego. Z tego powodu tak chętnie stosowaliśmy technikę potrójnej artrodezy sposobem Lambrinudiego, która do końca umożliwiała korekcję zniekształcenia końskiego stopy. Z kolei artrodezę skokowo-goleniową wykonaliśmy poprzez klinową resekcję stawu podstawą klinu od przodu, z przeszczepem spuszczonym z kości piszczelowej i stabilizacją drutami K. Unieruchomienie w opatrunku gipsowym stopo-goleniowym wynosiło 3 miesiące, przy czym po 6 tygodniach od operacji usuwaliśmy druty K i pozwalaliśmy chorym na chodzenie w opatrunku gipsovym z obciążaniem operowanej kończyny. W okresie pooperacyjnym poza standardowym leczeniem przeciwickrzepowym nie stosowaliśmy innego leczenia farmakologicznego.

Ocenę wyniku oparliśmy na skali funkcjonalnej AOFAS (Ankle-Hindfoot Scale) [8]. Ponadto chorzy oceniali subiektywnie wynik leczenia stopy według 10 punktowej skali (od 0 do 10, bez wizualizacji), w której maksymalna wartość punktowa oznaczała wynik najlepszy. Ta ocena poprzedzona była informacją, iż dane są całkowicie anonimowe i nie mogą być wykorzystane w jakimkolwiek postępowaniu odszkodowawczym lub rentowym. Chorzy pytani byli też o to, czy kształt i funkcja stopy jest lepsza niż przed operacją, oraz czy mając świadomość przebiegu pooperacyjnego i ostatecznego wyniku poddali się jej jeszcze raz.

W ocenie wyniku leczenia posługiwaliśmy się badaniem klinicznym oraz radiogramami wykonywanymi w pozycji stojącej przed i po operacji.

WYNIKI

Wyniki leczenia operacyjnego opisane są w tabeli I. Średnia punktowa ocena pooperacyjna w skali AOFAS wyniosła 66,4 (35-86), a w skali subiektywnej 8,4 (5-10). Chory nr 1, z najniższą punkcją w obu skalach, u którego po operacji stopa ustawiiona była poprawnie wyraził swoje niezadowolenie z faktu, że nadal po operacji, w obrębie stopy, pojawiały się strefy wzmożonego ucisku prowadzące do

least significant complaint. The duration of the post-operative follow-up ranged from 12 to 48 months (mean 30).

The technique of triple tarsal arthrodesis was implemented in accordance with a standard that we had described [6,7]. When deciding on a particular surgical technique, we tried to take into account all existing deformities; thus, toe correction by flexor tenotomy was performed at the same time as the arthrodesis. In our patients, the surgery began with the lengthening of the Achilles tendon and posterior capsulotomy of the talocrural joint, which generally resulted only in a partial correction of the equine deformity. It was for this reason that we were so keen to use the Lambrinudi triple arthrodesis, which provided a complete correction of the equine foot deformity. The talocrural arthrodesis was performed by means of an anterior wedge joint resection with the wedge base using a tibial graft and K-wire fixation. The patients were fitted with a plaster cast on the foot and lower leg for 3 months. The K-wires were removed 6 weeks after the surgery and the patients were allowed to walk in the plaster cast with weight-bearing on the operated limb. Except for standard antithrombotic treatment, no other drug treatment was administered during the post-operative period.

The evaluation of the outcome was based on the AOFAS Ankle-Hindfoot Scale functional scoring system [8]. Additionally, the patients subjectively assessed the outcome according to a 10-grade non-visual scale (from 0 [worst] to 10 [best]). The patients had previously been informed that all data were anonymous and could not be used in any legal action for damages or a disability pension. The patients were also asked whether the shape and function of the foot was better than before the surgery and whether they would choose to have the surgery again, knowing their post-operative course and the final treatment outcome.

In our evaluation of treatment results, we relied on the results of a physical examination and pre- and post-operative standing radiographs.

RESULTS

The results of the surgical treatment are presented in Table 1. The mean post-operative AOFAS score was 66.4 (35-86) and the subjective score was 8.4 (5-10). Patient no. 1, with the lowest score in both scales, whose foot was normally positioned after the surgery, expressed his dissatisfaction with the fact that after the surgery there still were zones of increased compression in the foot leading to the forma-

powstawania owrzodzeń troficznych (Ryc. 1, 2 i 3). W przebiegu pooperacyjnym tylko u jednej chorej (pacjentki nr 5 po artrodezie skokowo-goleniowej) rana pooperacyjna goła się per secundam z podejrzeniem o infekcję bakteryjną. Po włączeniu anty-

tion of trophic ulcers (Fig. 1, 2 and 3). In the post-operative course, only one patient (no. 5, female, treated with talocrural arthrodesis) demonstrated post-operative wound healing by secondary intention with a suspected bacterial infection. The wound



Ryc. 1. Chory nr 1. Obraz kliniczny przed operacją
Fig. 1. Patent No 1. Clinical status before surgery



Ryc. 2. Obraz kliniczny 6 miesięcy po operacji. Obraz radiologiczny 6 miesięcy po potrójnej artrodezie stopu wg Lambrinudiego
Fig. 2. Clinical status at 6 months after surgery. Radiologic status at 6 months after triple tarsal arthrodesis according to Lambrinudi



Ryc. 3. Obraz kliniczny kliniczny 3 lata po operacji
Fig. 3. Clinical status at 3 years after surgery

biotyków rana wygoiła się. U tej chorej po artrodezie stopę ustawił się w kilkustopniowej szpotawości, jednak chora nie zdecydowała się na proponowane powtórne leczenie operacyjne, będąc zadowoloną z osiągniętego wyniku. U wszystkich pozostałych operowanych stopy była ustawniona poprawnie. U 2 chorych (nr 2 i nr 4) po skorygowaniu zniekształcenia pojawiło się działanie mięśni prostowników stopy oraz ograniczony ruch w stawie skokowo-goleniowym. Wszyscy chorzy po operacji nosili zwykłe obuwie, co przed operacją było niemożliwe u pacjentki nr 5.

DYSKUSJA

Leczenie następstw zespołów powięziowych i niedokrwiennych polega na uwolnieniu resztkowego pierwotnego ucisku na nerw, jak i ucisku będącego następstwem narastającej wtórnej deformacji. Dalsze postępowanie to korekcja zniekształceń poprzez uwolnienie przykurczów, przeniesienia ścięgien, artrodez, osteotomie, a w skrajnych przypadkach nawet amputacje [1].

Lintz i wsp. leczyli 151 chorych z zespołami powięziowymi kończyny dolnej, z których 10 wymagało operacji naprawczych w obrębie stawu skokowo-goleniowego, z artroskopową artrodezą włącznie [9]. Uzyskali 8 wyników dobrych, a w 2 wypadkach konieczne było odjęcie stopy. Autorzy podkreślają, iż we wszystkich 10 przypadkach, które wymagały operacji w obrębie stopy i stawu skokowo-goleniowego rozpoznanie zespołu powięziowego zostało postawione za późno. A zatem kluczem do sukcesu pozostaje rozpoznanie zagrożenia wystąpienia zcpp i zapobieganie mu przez prewencyjną fasciotomię.

W zapobieganiu zniekształcenia końsko-szpotawego po zespołach niedokrwiennych znaczenie może mieć stabilizacja kości piętowej za pomocą drutów K opisana przez Thomsona i Mahoneya [10]. Zdaniem autorów taka stabilizacja zapobiega narastającemu skróceniu ścięgna Achillesa.

Na zalety aparatów dystrakcyjnych w leczeniu deformacji końsko-szpotawej po zespołach niedokrwiennych zwracają uwagę Oganesyan i wsp [11]. Autorzy opisali 22 chorych ze zniekształceniem będącym wynikiem pourazowych zespołów ciasnoty powięziowej, u których uzyskano dobry wynik leczenia tą metodą. Leczenie 6 chorych z deformacją końską i końsko-szpotawą, będących wynikiem zespołów ciasnoty powięziowej, opisali również Qin i wsp. [12]. Dla korekcji użyli oni dystrakcji za pomocą aparatu Ilizarowa, uzyskując we wszystkich przypadkach pełną korekcję i satysfakcjonujące wyniki.

Bliższe naszej grupie chorych były obserwacje Lortat-Jacob'a i wsp., którzy ocenili 11 chorych z przy-

healed following the administration of antibiotics. This patient had a slightly varus post-operative position of the tarsus; however, she did not go along with the suggestion of undergoing revision surgery because she was satisfied with the result achieved. The other patients all had correctly positioned feet following the surgery. In 2 patients (no. 2 and no. 4), the foot extensors resumed their activity and a limited range of motion in the talocrural joint was present following the surgery. All patients were able to wear ordinary shoes after the surgery, which had not been possible pre-operatively in patient no. 5.

DISCUSSION

Treatment of the sequelae of compartment syndromes and ischaemic syndrome consists in the release of primary residual nerve compression or nerve compression caused by a progressive secondary deformity. Further therapy includes correction of deformities by contracture release, tendon transfers, arthrodeses, osteotomies, and even amputations in severe deformities [1].

Lintz et al. treated 151 patients with compartment syndromes of the lower extremity [9]. Ten of them required repair surgery within the talocrural joint, including arthroscopic arthrodesis. Results were good in 8 patients, and 2 patients required amputation of the foot. The authors emphasize that all ten patients who required surgery of the foot and talocrural joint were diagnosed late for compartment syndrome. Therefore, recognition of the risk of CS and its prevention by fasciotomy remain the key to a successful therapy.

For the prevention of equinovarus deformity secondary to ischaemic syndrome, it may be important to use K-wire fixation of the calcaneum as described by Thomson and Mahoney [10]. According to the authors, this type of fixation prevents progressive shortening of the Achilles tendon.

The advantages of using a distraction apparatus in the treatment of equinovarus deformity following to ischaemic syndrome were noted by Oganesyan et al., who described excellent outcomes of surgery with this method in 22 patients with deformities secondary to posttraumatic compartment syndromes [11]. The treatment of 6 patients with equine and equinovarus deformity following compartment syndrome has also been described by Qin et al., who used the Ilizarov distraction apparatus to correct the deformities, obtaining a complete correction and satisfactory outcomes in all patients [12].

Our study group was more similar to that investigated by Lortat-Jacob et al., who assessed 11 patients

kurczem niedokrwiennym w obrębie kończyny dolnej, z których 10 leczono operacyjnie [13]. Dominującym zniekształceniem było ustawienie końskie stopy. W 8 przypadkach wykonali uwolnienie stawu skokowo-goleniowego, uzyskując dobry wynik w 7. W tej technice wykorzystano dla uzyskania korekcji wydłużenie ścięgien, uwolnienie torebki stawowej oraz stabilizację z użyciem stabilizatorów zewnętrznych. W 2 przypadkach wykonano artrodezę skokowo-goleniową, uzyskując 1 wynik dobry, w drugim zaś przypadku wykonano amputację. Autorzy zdecydowanie opowiadają się za uwolnieniem stawu skokowo-goleniowego, bez konieczności wykonywania artrodezy w tym stawie.

David i wsp. opisali 40 chorych leczonych operacyjnie z powodu następstw zespołów powięziowych w obrębie kończyny dolnej [14]. W 20 przypadkach wykonano osteotomię klinową razem z artrodezą stawu Choparta. W 17 przypadkach wykonali potrójną artrodezę stępu. W 3 przypadkach potrójnej artrodezie towarzyszyło wydłużenie ścięgien zginaczy długich palców i ścięgna Achillesa. Autorzy pośród powikłań wymienili 6 przypadków zakażenia rany operacyjnej, 3 przypadki zakażenia otworów po stabilizacji wewnętrznej, 1 przypadek przewleklego zapalenia kości i 1 przypadek zapalenia stawu skokowo-goleniowego. Uzyskali 37% dobrych wyników, 52% zadań i 10% złych. Przed operacją 37 chorych wymagało obuwia ortopedycznego dostosowanego do kształtu deformacji, po operacji tylko 8. Stopień zadowolenia chorych z efektów wykonanej operacji naprawczej był wysoki. Autorzy podkreślają, iż potrójna artrodeza stępu i artrodeza stawu Choparta w leczeniu stopy końsko szpotowej będącej następstwem zespołów powięziowych jest operacją godną polecenia. Liczba i charakter powikłań związkowy na etiologię zniekształcenia nie jest niczym nadzwyczajnym.

Na istotną rzecz zwracającą uwagę Zwipp i wsp. [15]. W ciągu ostatnich 30 lat dostrzegli wzrost występowania zniekształcenia końsko-szpotowego na skutek zespołów ciasnoty powięziowej. Wiążą to z poprawą skuteczności zabiegów naczyniowych i replantacyjnych, które ratują kończyny uprzednio skazane na amputację. Nawet najlepiej dopasowane obuwie ortopedyczne nie jest w stanie zapobiec zjawisku metatarsalgii w obrębie głów III-V kości śródstopia i owozrodzeniom troficzny. Ci sami autorzy oddaliły operacyjnej korekcji 24 chorych z końsko-szpotowym ustawieniem stopy po incydentach niedokrwiennych. W 5 przypadkach zastosowali potrójną artrodezę stępu, bądź artrodezę stawu Lisfranca. W 19 zaś przyśrodkowe i tylne uwolnienie stawu skokowo-goleniowego, wydłużenie i tenolizę ścięgien,

with ischaemic contractures in the lower extremity [13]. Ten of them were treated surgically. An equine foot was the prevailing deformity. 8 patients underwent talocrural joint arthrolysis with good results in 7 of them. With this technique, correction was obtained by lengthening of tendons, capsular release and external fixation. In 2 patients, a talocrural arthrodesis was performed, with 1 good result. The other patient required amputation. The authors strongly support the use of talocrural arthrolysis, with no need of arthrodesis in this joint.

David et al. evaluated 40 patients operated on due to sequelae of compartment syndromes in the lower extremity [14]. Twenty patients had wedge osteotomy followed by arthrodesis of Chopart's joint. Triple tarsal arthrodesis was performed in 17 patients. In 3 patients, the triple arthrodesis was accompanied by lengthening of the tendons of the long flexors of the toes and the Achilles tendon. Complications included post-operative wound infections in 6 patients, infections of drill holes after internal fixation in 3 patients, chronic osteomyelitis in 1 patient, and talocrural joint inflammation in 1 patient. The clinical outcome was assessed as good in 37%, satisfactory in 52%, and poor in 10% of the patients. Before the surgery, 37 patients required orthopaedic footwear adjusted to the shape of the deformity, whereas after the operation only 8 patients did so. The level of patients' satisfaction with the results of the repair surgery performed was high. The authors emphasize that triple tarsal arthrodesis and Chopart's joint arthrodesis in patients treated for equinovarus foot secondary to compartment syndrome is recommendable. Taking into account the aetiology of the deformity, the incidence and profile of complications was nothing unusual.

Zwipp et al. make a salient comment [15]. Over the last 30 years, they have observed an increased incidence of talipes equinovarus due to compartment syndromes. The authors associate this fact with improved effectiveness of vascular procedures and replantations that save limbs which would previously have been amputated. Even well-fitted footwear cannot prevent metatarsalgia of the third, fourth and fifth metatarsal head, and trophic ulceration. The same authors performed corrective surgery in 24 patients with talipes equinovarus secondary to ischaemic events. Five patients underwent triple tarsal arthrodesis or Lisfranc's joint arthrodesis. 19 patients had medial or posterior arthrolysis of the talocrural joint, lengthening and tenolysis of tendons, with individual patients undergoing tendon transfer. K-wire fixation of the tarsus for 6 weeks was performed in all patients. After 5 years of post-operative follow-up of all

w pojedynczych przypadkach przeniesienie ścięgien. We wszystkich przypadkach stęp stabilizowano drutami K przez 6 tygodni. Po 5 letniej obserwacji wszystkich uzyskano wyniki dobre lub bardzo dobre. Autorzy podkreślają, iż wyniki operacji na tkankach miękkich są porównywalne z grupą, która przeszła artrodezę. Z tego powodu utrzymują, iż uwolnienie tkanek miękkich powinno być preferowane. W kolejnej pracy Zwipp ze wsp. stwierdzają, że w potrójnej artrodezie stępu i artrodezie stawu Lisfranca doskonale sprawdzają się śruby kompresyjne, zapewniające szybki zrost [16]. Kluczem do powodzenia zabiegu jest jednak prawidłowe zosiolowanie stopy, odtworzenie sklepienia podłużnego oraz prawidłowych relacji pomiędzy bocznym i przyśrodkowym promieniem stopy.

Na ciekawy aspekt operacji naprawczych po zespołach ciasnoty powięziowej zwracają uwagę Papa i Myerson [17]. W opisywanych przez siebie materiale przedstawili m.in. 3 chorych z dużymi zmianami zwyrodnieniowymi w stawie skokowo-goleniowym i zniekształceniem końsko-szpotawym. W pierwotnym leczeniu zastosowano w 1 przypadku stabilizację wewnętrzną stawu skokowo-goleniowego, w 2 przypadkach zastosowano artrodezę stawu skokowego górnego, jednak w tych 2 przypadkach nie uzyskano zrostu. W kolejnym etapie w 2 przypadkach wykonano panartodezę stopy, natomiast w 1 przypadku artrodezę piszczelowo-skokowo-piętową, nadal nie uzyskując zrostu oraz przetrwanie zniekształcenia końskiego w 1 przypadku i szpotawego w kolejnym. Niemniej, w ocenie końcowej chorzy byli zadowoleni z wyniku leczenia. Te przykłady mogą mieć odniesienie do naszej chorej, u której doszło do szpotawego ustawnienia stępu po artrodezie skokowo-goleniowej, prawdopodobnie z powodu przedłużonego zrostu. Można sądzić, że artrodeza skokowo-goleniowa ma gorsze warunki do uzyskania zrostu, zwłaszcza, gdy stosuje się tradycyjną stabilizację drutami K, a tak było w naszym przypadku. Sztywność stawów w obrębie stopy powoduje, że po zdjęciu unieruchomienia, właśnie w tym stawie dokonują się największe wyładowania, które mogą zaburzyć zrost kostny.

WNIOSKI

1. Korekcja zniekształceń stóp powstających w następstwie zespołów ciasnoty przedziałów powięziowych i niedokrwiennych metodą artrodezy korekcyjnej jest skuteczna.
2. W przebiegu pooperacyjnym nie obserwowano istotnych powikłań.
3. Zwraca uwagę spora różnica czasu między powstaniem zniekształcenia a jego korekcją.

patients, good or very good results were reported. The authors stress that the outcomes were similar in the soft tissue surgery arm and the arthrodesis arm. Consequently, they believe that soft tissue release should be a preferred method of treatment. Zwipp et al. report that compression screws are perfect for triple tarsal arthrodesis and Lisfranc's joint arthrodesis and provide for a rapid union [16]. However, the key to a successful outcome of the procedure is a precise foot alignment, reconstruction of the longitudinal foot arch and normal relationships between the lateral and medial sides of the foot.

An interesting aspect of repair surgeries in patients with compartment syndromes is presented in a study of Papa and Myerson [17]. In their study group, they described 3 individuals with equinovarus deformity and severe degenerative changes in the talocrural joint. Initial treatment involved internal fixation of the talocrural joint in 1 patient and arthrodesis of talocrural joint in 2 patients; however, those 2 patients had non-union. In the next stage of the treatment, 2 patients underwent a pantalar arthrodesis, and 1 patient had a tibiotalocalcaneal arthrodesis. Union was still not obtained and equine or varus deformity persisted in two other patients. Nevertheless, in the final evaluation, the patients were satisfied with the outcome of the treatment. These examples may be compared to our patient, who had a varus position of the tarsus following talocrural arthrodesis, most probably due to a delayed union. This may suggest that talocrural arthrodesis provides inferior conditions for union, especially when traditional K-wire fixation is used, as was the case in our study. The rigidity of foot joints leads to the greatest electrical activity in this joint after cast removal, which may disturb bone union.

CONCLUSIONS

1. Corrective arthrodesis is an effective method of correction of foot deformities secondary to compartment syndrome and ischaemic syndromes.
2. No significant post-operative complications were noted.
3. Importantly, correction of the deformity was carried out a long time after it developed.

PIŚMIENIĘCTWO / REFERENCES

1. Botte M, Santi M, Prestianni C, Abrams R. Ischemic contracture of the foot and ankle: principles of management and prevention. *Orthopedics* 1996; 19 (3): 235-244.
2. Santi M, Botte M. Volkmann's ischemic contracture of the foot and ankle: evaluation and treatment of established deformity. *Foot Ankle Int* 1995; 16 (6): 368-377
3. Beekman R, Watson T. Bosworth fracture-dislocation and resultant compartment syndrome. A case report. *J Bone Joint Surg (Am)* 2003; 85 (11): 2211-2214.
4. Ozer K, Smith W. Limb salvage in the treatment of total muscle necrosis of the leg due to compartment syndrome. A report of three cases. *J Bone Joint Surg (Am)*, 2009; 91 (11): 2708-2712
5. Giannoudis P, Da Costa A, Raman R, Mohamed A, Smith R. Double-crush syndrome after acetabular fractures. *J Bone Joint Surg (Br)* 2005; 87 (3): 401-407.
6. Napiontek M, Pietrzak K. Potrójna artrodeza stępu po leczonym złamaniu kości skokowej – opis 3 przypadków (Triple arthrodesis after treated talar fracture). *Chir Narz Ruchu Ortop Pol* 2009; 74(5): 309-13
7. Napiontek M, Pietrzak K. Triple arthrodesis of the foot after calcaneal fractures. Twelve patients treated using K wires stabilization. *Foot and Ankle Surg* 2010 (w druku / in press).
8. Kitaoka H, Aleksander I, Adelaar R, Nunley J, Myerson M, Sanders M. Clinical rating system for the ankle-hindfoot, midfoot, hallux and lesser toes. *Foot Ankle Int*. 1994; 15(7): 349-353.
9. Lintz F, Colombier J, Letenneur J, Gouin F. Management of long-term sequelae of compartment syndrome involving the foot and ankle. *Foot Ankle Int* 2009; 30 (9): 847-853.
10. Thomson S, Mahoney L. Volkmann's ischaemic contracture and its relationship to fracture of the femur. *J Bone Joint Surg (Br)* 1951; 33 (3): 336-347.
11. Oganesyan O, Istomina I, Kuzmin V. Treatment of equinocavovarus deformity in adults with the use of a hinged distraction apparatus. *J Bone Joint Surg (Am)* 1996; 78 (4), 546-556.
12. Qin S, Sun L, Zheng X. Mini-invasive distraction technique for treatment of severe ankle and foot deformities secondary to ischemic contracture of the leg. *Zhonghua Wai Ke Za Zhi* 2006; 44 (8): 547-550
13. Lortat-Jacob A, Faivre M, Benoit J, Ramadier J, Laurian C, Cormier J. Deformities of the feet after Volkmann's ischemia in the lower limb. *Rev Chir Orthop Reparative Appar Mot* 1981; 67 (2): 115-120.
14. David A, Lewandrowski K, Josten C, Ekkernkamp A, Clasbrummel B, Muhr G. Surgical correction of talipes equinovarus following foot and leg compartment syndrome. *Foot Ankle Int* 1996; 17 (6): 334-339
15. Zwipp H, Sabaurini G, Amlang M. Surgical management of talipes equinovarus as sequelae of a compartment and/or postischemic syndrome of the deep flexor compartment of the lower leg. *Unfallchirurg* 2008; 111 (10): 785-795
16. Zwipp H, Tscherne H, Berger A. Reconstructive foot surgery following complex trauma of the foot. *Unfallchirurg* 1989; 92 (3): 140-154
17. Papa J, Myerson M. Pantalar and tibiotalocalcaneal arthrodesis for post-traumatic osteoarthritis of the ankle and hindfoot. *J Bone Joint Surg (Am)* 1992; 74 (7): 1042-1049.

Liczba słów/Word count: 4678

Tabele/Tables: 1

Ryciny/Figures: 3

Piśmiennictwo/References: 17

Adres do korespondencji / Address for correspondence

Prof. dr hab. n. med. Marek Napiontek

Ortop Poliklinika

61-519 Poznań, ul. Kosińskiego 16, tel. +48-601-781-942, e-mail: ortop@webmedia.pl

Otrzymano / Received

08.06.2010 r.

Zaakceptowano / Accepted

25.08.2010 r.