

Leczenie operacyjne utrwalonych, sztywnych, neurogennych stóp wydrążonych i szpotawych u dorosłych

Surgical Treatment of Advanced, Stiff Neurologic Cavovarus Foot in Adults

Łukasz Kołodziej^(A,B,C,D,E,F), Konrad Dobiecki^(A,B,C,F), Bogusław Sadlik^(C,D,F)

Katedra i Klinika Ortopedii, Traumatologii i Onkologii Narządu Ruchu PUM, Szczecin
University and Hospital Department of Orthopaedics, Traumatology and Oncology of the Musculoskeletal System,
Pomeranian Medical University, Szczecin

STRESZCZENIE

Wstęp. Sztywna stopa wydrążona i szpotawa jest wielopłaszczyznową deformacją powstałą na podłożu zaburzeń nerwowo-mięśniowych. Powoduje trudność w samodzielnym poruszaniu się, niestabilność stawu skokowo-goleniowego, złamania zmęczeniowe, modzele i owrzodzenia w przeciążonych obszarach stopy oraz wymaga stałego stosowania obuwia ortopedycznego. Celem pracy było omówienie aktualnie stosowanych technik operacyjnych w przypadkach utrwalonych, sztywnych stóp szpotawych i wydrążonych u dorosłych.

Material i metody. Retrospektywnie oceniono 14 pacjentów (15 stóp) leczonych operacyjnie z zaawansowaną, sztywną stopą szpotawą i wydrążoną w chorobach takich, jak: Charco-Marie-Tooth, poliomyelitis, mózgowo porażenie dziecięce, mielomeningocele, neuroartropatii Charcota, następstwach udarów i urazów ośrodkowego układu nerwowego, zespołach ciasnoty przedziałów powięziowych oraz zastarzałych uszkodzeniach nerwu kulszowego. Średnia wieku wyniosła 53 lata. Okres obserwacji wyniósł 24 miesiące. Oceny wyników leczenia dokonano za pomocą skali AOFAS.

Wyniki. Średni wynik u pacjentów w skali AOFAS przed operacją wynosił 24 punkty (od 8 do 35 punktów), a po leczeniu wzrósł do 60 punktów (od 40 do 76 punktów). U wszystkich chorych uzyskano zdolność stabilnego obciążania stopy opartej podeszwowo o podłoże, zmniejszenie dolegliwości bólowych i brak dalszej konieczności stosowania pomocy ortopedycznych.

Wnioski. 1. Operacja korekcji zaawansowanych, sztywnych stóp wydrążonych i szpotawych o podłożu nerwowo-mięśniowym powinna odbywać się etapami, po których powtórnie ocenia się i modyfikuje zaplanowane elementy operacji. 2. Ortopeda powinien stosować techniki umożliwiające jednoczesową korekcję deformacji kostnych, jak i zaburzonego bilansu mięśniowego, będących równoważnymi składowymi zniekształcenia.

Słowa kluczowe: stopa szpotawa, stopa wydrążona, artrodezy stopy, osteotomie, przeniesienie przyczepu ścięgna mięśnia piszczelowego tylnego

SUMMARY

Background. Cavovarus foot is a complex, three-dimensional deformity of neuromuscular origin. A rigid cavovarus deformity causes difficulty in walking, instability, fatigue fractures, calluses and trophic ulcers in the overloaded lateral part of the foot and requires wearing orthopaedic shoes. The aim of the study was to evaluate current surgical techniques in the treatment of rigid cavovarus foot in adults.

Material and methods. This paper is a retrospective analysis of 14 patients (15 feet) treated surgically at our centre who presented with advanced cavovarus foot caused by a spectrum of neuromuscular diseases such as Charcot-Marie-Tooth, poliomyelitis, cerebral palsy, myelomeningocele, diabetes (Charcot's neuroarthropathy), sequelae of strokes and CNS injuries, compartment syndrome and inveterate sciatic nerve injuries. Average patient age was 53 years. Average follow-up period was 24 months (range: 18-58). The AOFAS scoring system was used to assess treatment results.

Results. The mean AOFAS score before surgery was 24 (range: 8-35) points and increased to 60 (range: 40-76) points after surgery. A stable, plantigrade, painless foot was achieved in all treated patients.

Conclusions. 1. Surgical treatment of advanced cavovarus foot of neuromuscular origin should be carried out in a staged process with reassessment and adaptation of subsequent stages rather than following a rigid scheme. 2. The surgeon must be familiar with a number of techniques and procedures in order to correct the bony deformity and achieve muscle imbalance correction in a single-stage surgery.

Key words: cavovarus foot, foot arthrodesis, osteotomy, tibialis posterior tendon transfer

WSTĘP

Najczęstszą przyczyną zaawansowanej, sztywnej stopy szpotawej i wydrążonej u osób dorosłych jest choroba Charcot-Marie-Tooth (CMT). Jest to grupa genetycznie uwarunkowanych neuropatii obwodowego układu nerwowego u podłoża której leżą mutacje licznych genów kodujących białka odpowiedzialne za prawidłową strukturę i czynność nerwów obwodowych. Deformacja stóp w CMT ma charakter postępujący, a diagnostykę i leczenie rozpoczyna się najczęściej w wieku młodzieńczym i/lub dorosłym [1,2]. Najwcześniej upośledzeniu ulega funkcja krótkich mięśni stopy, zaopatrywanych przez nerw piszczelowy oraz mięśni piszczelowego przedniego (Tibialis anterior – TA) i strzałkowego krótkiego (Peroneus brevis – PB). Uważa się, że funkcja mięśnia strzałkowego długiego (Peroneus longus – PL) oraz prostownika długiego (Extensor hallucis longus – EHL) palucha jest wybiórczo zachowana. PL wobec braku antagonistycznego działania TA zyskuje czynnościową przewagę i powoduje znaczne podeszwowe zagięcie I kości śródstopia (wydrążenie-cavus), które wtórnie prowadzi do szpotawości (varus) tyłostopia podczas obciążania kończyny. Postępujące nasilenie się szpotawości tyłostopia jest rezultatem ciągłego działania mięśnia piszczelowego tylnego (Tibialis posterior – TP), wobec braku jego antagonisty (w postaci PB), a następnie dodatkowo zwiększone przez układające się po cięciwie deformacji, ścięgno Achillesa [3]. Powstanie nadmiernego wydrążenia stopy przez obniżenie jej pierwszego promienia jest zjawiskiem szczególnym, gdyż ma ono charakter antygrawitacyjny, całkowicie przeciwny do znacznie częściej spotykanego, „niejako naturalnego” zapadnięcia się łuku stopy płasko-koślawej [4]. Wpływ i rolę podeszwowego zagięcia I kości śródstopia na wtórne powstawanie szpotawości tyłostopia obrazuje test Colemana. Oparcie na podwyższeniu pięty i zewnętrznego brzegu stopy, na tyle wysoko, aby podeszwowo zgięta I kość śródstopia mogła swobodnie obniżyć się, powoduje samoistne zniesienie szpotawości tyłostopia i powrót pięty do neutralnego ustawienia. Jest to tak zwana „szpotawość tyłostopia sterowana przodostopiem” [5]. Wobec progresywnego charakteru CMT, część ortopedów zaleca wczesne interwencje chirurgiczne i proponuje algorytmy postępowania operacyjnego, których celem ma być zatrzymanie rozwoju i zapobieżenie utrwalaniu się deformacji kostnych [6,7,8].

Coraz częściej stopę szpotawą i wydrążoną powodują zaburzenia bilansu nerwowo-mięśniowego inne niż CMT na przykład powstałe wskutek udarów i urazów ośrodkowego układu nerwowego (OUN). Z opu-

BACKGROUND

The most common cause of advanced cavovarus foot in adults is Charcot-Marie-Tooth disease (CMT). It is a group of hereditary neuropathies of the central nervous system that originate from mutations of numerous protein-encoding genes responsible for normal structure and function of peripheral nerves. Foot deformity in CMT is progressive and the process of diagnostic work-up and treatment usually starts in adolescence and/or adulthood [1,2]. The short foot muscles that are supplied by the tibial nerve as well as the tibialis anterior (TA) and peroneus brevis (PB) muscles are affected earliest. It is believed that functions of the peroneus longus (PL) muscle and the extensor hallucis longus (EHL) muscle are selectively preserved. In the absence of an antagonistic effect of TA, PL gains a functional advantage and causes a significant plantar flexion of the first metatarsal (cavus deformity), which later leads to varus deformity of the hindfoot during weight-bearing on the extremity. The progressive varus hindfoot deformity results from continuous activity of the tibialis posterior muscle (TP) due to the absence of its antagonist (PB). This process is later additionally increased by the Achilles tendon, which runs along the deformity [3]. The excessive cavus deformity that emerges due to a depression of the first ray of the foot is unique in that it goes against the law of gravity, being the diametrical opposite of the much more commonly seen „natural,” collapse of the arch of a flat-valgus foot [4]. The Coleman test is a good illustration of the importance and influence of plantar flexion of the first metatarsal on the secondary varus hindfoot deformity. Placing the heel and external edge of the foot on an elevated support high enough so that the plantar-flexed first metatarsal can be easily lowered leads to a spontaneous abolition of varus hindfoot deformity and restoration of the neutral position of the heel. It is a so-called „forefoot-driven varus hindfoot deformity” [5]. Due to the progressive nature of CMT, some orthopaedists recommend early surgical interventions and suggest algorithms for operative treatment that aim to stop the development of and prevent the establishment of bone deformities [6,7,8].

The cavovarus foot is increasingly more often caused by neuromuscular balance disorders other than CMT, e.g. resulting from strokes and injuries to the central nervous system (CNS). The „Global Burden of Disease Study 2010 (GBD 2010)” report demonstrates that the incidence of obesity and diabetes mellitus has increased significantly. Along with the increased length of life, the proportion of patients with secondary musculoskeletal disabilities has also

blikowanego raportu „Global Burden of Disease Study 2010 (GBD 2010)” wynika, że istotnie wzrosła częstość występowania otyłości i cukrzycy. Długość życia zwiększyła się, a wraz z tym wzrósł w populacji odsetek chorych z wtórną niepełnosprawnością narządu ruchu [10]. Plaga otyłości i cukrzycy zwiększa liczbę pacjentów z utrwalonymi deformacjami stóp w następstwie udarów ośrodkowego układu nerwowego (OUN) i neuroartropatii cukrzycowej Charcota. Rozwój motoryzacji i uprzemysłowienia zwiększa liczbę ciężkich obrażeń ciała, a w tym uszkodzeń ośrodkowego i obwodowego układu nerwowego i w rezultacie wtórnych deformacji stóp (następstwa zespołów ciasnoty przedziałów powięziowych, utrwalone przykurcze końsko-szpotałe). Stale leczeni są pacjenci z niepostępującymi zaburzeniami układu nerwowego takimi jak: mózgowo porażenie dziecięce, poliomyelitis czy mielomeningocele, u których nierównowaga bilansu mięśniowego powoduje charakterystyczne wydrążenie i szpotawość stóp [11].

Celem pracy było omówienie aktualnie stosowanych technik operacyjnych w przypadkach utrwalonych, sztywnych stóp szpotawych i wydrążonych o różnej etiologii u dorosłych, na podstawie analizy pacjentów leczonych w ośrodku autorów.

MATERIAŁ I METODY

W latach 2008-2012 w Klinice Ortopedii PUM w Szczecinie leczono operacyjnie 14 pacjentów (15 stóp) z utrwaloną, niekorektywną deformacją szpotawą i wydrążoną stóp. Wśród leczonych chorych było 8 mężczyzn i 6 kobiet. Średnia wieku wyniosła 53 lata (od 18 do 79 lat). Przyczyną nieprawidłowego ustawienia stopy była choroba Charcot-Marie-Tooth u 3 pacjentów – 4 stopy (u jednego operowano obie stopy), niedowład spastyczny po udarze OUN u 2, neuroartropatia cukrzycowa Charcota u 2, mózgowo porażenie dziecięce (MPD) u 2, mielomeningocele u 1 oraz po 1 jednym pacjencie z następstwami poliomyelitis, zespołu ciasnoty przedziałów powięziowych podudzia (ZCPP), zastarzałego uszkodzenia nerwu kulszowego i przebytego pourazowego krwiaka śródmózgowego z monoparezą spastyczną. Trzech chorych było już wcześniej leczonych operacyjnie, lecz nie uzyskano pożądanego ustawienia stopy. Okres obserwacji po leczeniu operacyjnym wyniósł średnio 24 miesiące (od 12 do 58 miesięcy). Oceny wyników leczenia dokonano za pomocą skali AOFAS Ankle-Hindfoot Scale (American Orthopaedic Foot and Ankle Surgery Society). Zastosowano skalę do oceny wyników leczenia tyłostopia, gdyż jego utrwalona szpotawość była najpoważniejszą przeszkodą w uzyskaniu stabilnej, stopy opartej podszwą o pod-

increased [10]. The plague of obesity and diabetes mellitus has increased the number of patients with established foot deformities following strokes and diabetic neuropathic arthropathy. The development of motor industry and industrialisation has increased the incidence of severe body injuries, including injuries to the central and peripheral nervous system and, in consequence, secondary foot deformity (sequelae of compartment syndrome and established equinovarus contractures). There is a stable population of patients with non-progressive disorders of the nervous system (such as cerebral palsy, poliomyelitis, or myelomeningocele) whose muscle imbalance causes a characteristic cavovarus deformity [11].

The aim of the study was to evaluate current surgical techniques in the treatment of advanced, rigid cavovarus foot of different aetiology in adults on the basis of an analysis of patients treated at our centre.

MATERIALS AND METHODS

14 patients (15 feet), including 8 men and 6 women, with established non-corrective cavovarus foot were treated surgically at the Department of Orthopaedics, PMU, in the years 2008-2012. Average age of the patients was 53 years (range: 18-79). In 3 patients/4 feet (both feet were operated on in one patient), the abnormal foot positioning was caused by Charcot-Marie-Tooth disease, in 2 cases it was secondary to spastic paresis following stroke, in another 2 patients it was caused by diabetic neuropathic arthropathy, in yet another 2 cases it was induced by cerebral palsy, and in the remaining 5 patients, the condition was caused by either myelomeningocele, sequelae of poliomyelitis, compartment syndrome of the lower leg, inveterate sciatic nerve injuries, or past post-traumatic intracerebral haematoma with spastic monoparesis. Three patients had already been treated surgically, but the desired foot positioning had not been achieved. The mean follow-up period after surgery was 24 months (range: 12-58). The AOFAS Ankle-Hindfoot Scale (American Orthopaedic Foot and Ankle Surgery Society) was used to assess treatment results. The assessment involved the use of a scale used to evaluate the results of treatment of hindfoot because the established varus hindfoot deformity constituted the most serious obstacle to the achieve-

łoże [12]. Pacjentów zapytano także, czy poddali by się ponownie operacji.

W każdego z pacjentów podczas operacji zastosowano kombinację różnorodnych technik, od uwolnienia tkanek miękkich i transpozycji przyczepów ścięgien, przez artrodezy i osteotomie, a w wybranych przypadkach astragalektomię. Zastosowane rodzaje procedur operacyjnych w poszczególnych typach zniekształcenia przedstawiono w Tabeli 1. Zabieg operacyjny w każdym przypadku rozpoczynało od korekcji ustawienia tyłostopia. Wykonanie uwol-

ment of a stable plantigrade foot [12]. The patients were also asked whether they would agree to undergo surgery again.

A combination of different techniques (from soft tissue release and tendon transposition, to arthrodesis and osteotomy, to astragalectomy in selected cases) was used in all patients during the surgery. See Table 1 for surgical procedures used in treatment of different types of foot deformities. In every patient, surgery began with correction of the hindfoot deformity. The release of the plantar fascia, tendon of the tibialis

Tab. 1. Zastosowane rodzaje procedur operacyjnych (●) w poszczególnych typach zniekształcenia szpotawego i wydrążonego stóp
Table 1. Surgical procedures (●) used in treatment of different cavovarus foot deformities

	CMT /CMT	Polio/ Polio	MPDZ / Cerebral palsy	Udar OUN / Stroke	ZCPP / Compartment syndrome	Nerw kulszowy / Sciatic nerve	DM/Charcot / DM/Charcot
Przeniesienie TP na bok stopy / TP transfer to side of foot		●	●	●	●	●	
Przeniesienie 1/2 TP na PB i TA / Transfer of half of TP to PB and TA	●						
Steindler / Steindler	●	●	●				
Artrodeza trojstawowa / Triple joint arthrodesis	●	●	●		●		●
Panartrodeza na gwoździu śródstopowym / Panarthrodesis with intramedullary nail	●			●		●	●
Osteotomia M I / 1st metatarsal osteotomy	●	●			●		●
Artrodeza CM I (Lapidusa) / 1st CM joint (Lapidus) arthrodesis	●	●					●
TAL / TAL			●	●		●	
EHL na M I / EHL to 1st metatarsal	●						
Astragalektomia / Astragalectomy	●						●
MFB / MFB							●
Artrodeza PIP / PIP arthrodesis	●	●	●	●	●	●	●

Polio – deformacja post polio / Polio – post-polio deformity

Udar OUN – następstwa udaru i/lub krwiaka wewnątrzczaszkowego, pourazowego OUN / Stroke – sequelae of stroke and/or post-traumatic intracranial haematoma

Nerw kulszowy – następstwo zasterzałego uszkodzenia nerwu kulszowego / Sciatic nerve – result of inveterate sciatic nerve injury

DM/Charcot – cukrzycowa neuroartropatia Charcota / DM/Charcot – diabetic neuropathic arthropathy

Przeniesienie TP na bok stopy- transpozycja całego ścięgna mięśnia TP przez błonę międzykostną na kość sześcienne / TP transfer to side of foot – transposition of the entire tendon of the TP muscle through the intraosseus membrane to the cuboid bone

Przeniesienie 1/2 TP na PB i TA - transpozycja 1/2 ścięgna mięśnia TP przez błonę międzykostną na ścięgno PB i 1/2 na ścięgno TA techniką Pulvertafta / Transfer of 1/2 of TP to PB and TA - transposition of one half of the TP tendon through the intraosseus membrane to the PB tendon and the other half to the TA tendon using the Pulvertaft technique

Steindler – uwolnienie rozciągnięta podeszwowego od guza piętowego / Steindler – release of the plantar fascia from the calcaneal tuber

Panartrodeza na gwoździu śródstopik. – Panartrodeza z zastosowaniem gwoździu śródstopowego, odpiętowego / Panarthrodesis with intramedullary nail – Panarthrodesis with a hindfoot intramedullary nail.

Artrodeza CM I – Artrodeza klinowato-śródstopna I (według Lapidusa) / 1st cuneiform-metatarsal joint arthrodesis – 1st cuneiform-metatarsal arthrodesis (Lapidus)

TAL – Wydłużenie ścięgna Achillesa / TAL – Achilles tendon lengthening

EHL na M I- Transpozycja ścięgna EHL na szyję I kości śródstopia (operacja Jonesa –z towarzyszącym usztywnieniem stawu międzypaliczkowego palucha) / EHL to 1st metatarsal – EHL tendon transposition to the neck of the 1st metatarsal (Jones procedure – accompanied with hallux interphalangeal joint fusion)

MFB – Usztywnienie I-go promienia stopy z zastosowaniem implantu śródstopowego Mid Fusion Bolt (MFB, Synthes)

Artrodeza PIP- Usztywnienie stawu międzypaliczkowego palców II-V w celu korekcji ustawienia młotowatego i/lub szponiastego /

MFB – fusion of the 1st ray of the foot using the Midfoot Fusion Bolt intramedullary implant (MFB, Synthes)

PIP arthrodesis - fusion of the interphalangeal joint of the 2nd - 5th phalanges in order to correct a hammer and/or claw toe.

nienie rozciągnięcia podszwowego, ścięgnięcia mięśnia TP, a w wybranych przypadkach ścięgnięcia piętowego umożliwiło dokonanie kolejnych, kostnych elementów korekcji szpotawości tyłostopia. Z dostępu bocznego klinowo resekowano powierzchnie stawowe jak do przeprowadzenia artrodezy trójstawowej. W pięciu stopach poszerzono dostęp boczny, z usunięciem kostki bocznej i dokonano jednocześnie usztywnienia stawu skokowo-goleniowego i skokowo-piętowego ze stabilizacją gwoździem odpiętowym. W dwóch przypadkach dokonano astragalektomii wobec braku możliwości uzyskania pośredniego ustawienia pięty. Dopiero po poprawnym ustawieniu pięty, stopniowo przesuwano korekcję obwodowo, wykonując osteotomie i/lub usztywnienia w obrębie stawu Lisfranca, a następnie kości śródstopia, stawów śródstopno-palcowych i paliczek. Ustawienia przodostopia korygowane było wtórnie do utworzonej już pozycji kompleksu skokowo-piętowo-lódkowatego. Zakończenie operacji następowało jedynie po uzyskaniu podszwy stopy w płaszczyźnie podłoża. U jednego z pacjentów zrezygnowano z jednoczesnej korekcji szponiastego ustawienia palców i palucha wobec przekroczenia limitu czasu bezpiecznego niedokrwienia kończyny i wykonano ten element korekcji stopy w trybie odroczonego po upływie 6 tygodni od pierwotnej operacji.

WYNIKI

W okresie obserwacji 2 chorych było ponownie operowanych z powodu niedostatecznej, pierwotnej korekcji deformacji. Pierwszy z pacjentów, z zastarzałym uszkodzeniem części strzałkowej nerwu kulszowego, był leczony pierwotnie z zastosowaniem artrodezy trójstawowej oraz przeniesieniem ścięgnięcia mięśnia piszczelowego tylnego przez błonę międzykostną na kość sześcienną. Wobec nawrotu szpotawości tyłostopia, po okresie 6 miesięcy, wykonano panartrodezę (usztywnienie piętowo-skokowo-piszczelowe) z użyciem gwoźdźcia odpiętowego uzyskując ostatecznie wynik zadowolający. Kolejną chorą leczono z powodu deformacji stopy w następstwie zespołu ciasnoty przedziałów powięziowych goleni. Pierwotnie w leczeniu zastosowano artrodezę trójstawową. Nawrót zniekształcenia po 8 miesiącach od pierwszej operacji skłonił do wykonania korekcyjnej reartrodezy podskokowej, z wycięciem klina podstawą skierowanego do boku oraz przeniesienia ścięgnięcia mięśnia piszczelowego tylnego na kość sześcienną. Ostateczny wynik, po rocznym okresie obserwacji, jest dobry. Dwa przypadki niepowodzeń pierwszorazowej korekcji, podkreślają znaczenie i konieczność odtworzenia podczas jednej operacji równowagi obu kluczowych elementów deformacji, zarówno statycz-

posterior muscle, and Achilles tendon (in selected cases) enabled subsequent correction of bone elements of varus deformity of the hindfoot. Wedge resection of articular surfaces was performed from a lateral approach as in triple joint arthrodesis. In five feet, the lateral approach was extended and the lateral malleolus was removed. In a same-time procedure, fusion of the ankle and subtalar joint and stabilisation with a hindfoot nail were conducted. Astragalectomy was performed in two cases as intermediate positioning of the heel was impossible. It was only after the heel was correctly positioned that the correction was gradually advanced peripherally with an osteotomy and/or fusion of the Lisfranc joint and later of the metatarsals, metatarsophalangeal joints, and phalanges. Forefoot positioning was corrected after the position of the Chopart joint had been established. Surgery ended only after the sole of the foot reached the ground plane. A simultaneous correction of claw toes and hallux in one patient was abandoned due to exceeding the time limit that is safe for limb ischaemia and this part of the correction procedure was performed 6 weeks following the initial surgery.

RESULTS

During the follow-up, 2 patients were re-operated due to an insufficient initial correction of the deformity. The first of those patients, with an inveterate injury to a fibular part of the sciatic nerve, was initially treated with triple joint arthrodesis and tibialis posterior tendon transfer through the intraosseous membrane to the cuboid bone. The varus hindfoot deformity recurred, and after 6 months, a panarthrodesis (tibio-astragalo-calcaneal fusion) was performed with the use of a hindfoot nail, producing satisfactory results. The other patient, a female, was treated due to foot deformity caused by a compartment syndrome of the lower leg. Initially, the patient was treated by triple joint arthrodesis. The recurrence of the deformity after 8 months following surgery prompted corrective subtalar re-arthrodesis and resection of a wedge with a laterally directed base and tibialis posterior tendon transfer to the cuboid bone. The final outcome after a 12-month-follow-up period was good. Two cases of failure of initial corrections emphasise how important and necessary it is to reconstruct during one procedure the balance of both key elements of deformity (the static bony and dynamic muscular component) in order to achieve a stable and plantigrade foot.

nych (kostnych), jak i dynamicznych (mięśniowych) w osiągnięciu stabilnej i ustawionej podeszwy stopy.

Średni wynik u pacjentów w skali AOFAS przed operacją wynosił 24 punkty (od 8 do 35 punktów), a po leczeniu wzrósł do 60 punktów (od 40 do 76 punktów). Ostatecznie u wszystkich chorych uzyskano zdolność stabilnego obciążania stopy opartej podeszwowo o podłoże (plantigrade foot), zmniejszenie dolegliwości bólowych i w większości przypadków, brak dalszej konieczności stosowania pomocy ortopedycznych (kul łokciowych i obuwia ortopedycznego dopasowanego do zniekształcenia stopy). U pacjenta z deformacją po poliomyelitis utrzymywała się nadmierna rotacja zewnętrzna podudzia, lecz pacjent ten nie zgodził się na dalsze leczenie operacyjne. Złamania zmęczeniowe IV i V kości śródstopia u chorej z CMT wygoiły się samoistnie, po skorygowaniu sposobu obciążania stopy. Wszyscy pacjenci stwierdzili, że ponownie poddali się leczeniu operacyjnemu.

DYSKUSJA

Charakterystyczną cechą wspólną wszystkich deformacji szpotawych i wydrążonych stopy (cavovarus) jest niezrównoważone brakiem antagonistów, nadmierne działanie mięśnia piszczelowego tylnego. Zniekształcenie powodowane przez niebilansowaną funkcję TP można określić jako podeszwowo-przyśrodkowe podwichnięcie okołoskokowe. Jest to deformacja całkowicie przeciwstawna do grzbietowo-bocznego podwichnięcia okołoskokowego w stopie płasko-koślawej nabytej, najczęściej spotykanej deformacji stopy u dorosłych [12].

Stosowane procedury operacyjne dzielimy na te wykonywane na tkankach miękkich (uwolnienia przykurczonych tkanek, transpozycje ścięgien) – wyrównujące nierównowagę mięśniową oraz zabiegi kostne (osteotomie, ostektomie, artrodezy) bezpośrednio korygujące nieprawidłowy kształt stopy.

Operację sztywnej stopy wydrążonej zwykle rozpoczynamy od uwolnienia rozciągniętej podeszwy od guza piętowego (operacja Steindlera) [14,15]. Ten prosty zabieg, jako samodzielna procedura, zwykle nie powoduje korekcji wydrążenia, lecz pozwala na łatwiejsze uzyskanie pożądanego efektu w kolejno wykonywanych etapach operacji – osteotomiach i/lub usztywnieniach powodujących grzbietowe uniesienie I-go promienia stopy [16]. Następną w kolejności, najczęściej wykonywaną procedurą, było przeniesienie całego lub połowy przyczepu TP, przez błonę międzykostną, na stronę boczną stopy. W CMT transferowano 1/2 ścięgna TP na PB oraz 1/2 na TA w celu symetrycznego zastąpienia funkcji tych mię-

The mean AOFAS score before surgery was 24 (range: 8-35) points and increased to 60 (range: 40-76) points after surgery. Finally, a stable plantigrade and painless foot was achieved in all patients and, in most cases, there was no further need to use orthopaedic devices (forearm crutches and orthopaedic shoes matching a particular foot deformity). In the patient with post-polio deformity, an excessive external rotation of the lower leg remained, but the patient refused further operative treatment. Fatigue fractures of the 4th and 5th metatarsals in the patient with CMT healed spontaneously following correction of the manner of weight-bearing on the foot. All patients stated that they would undergo surgery again.

DISCUSSION

Over-activity of the tibialis posterior muscle, which is not balanced due to the absence of the antagonists, is a characteristic feature common to all cavovarus deformities. The deformity caused by an unbalanced function of the tibialis posterior may be referred to as plantar-medial peritarsal subluxation. This deformity is the diametrical opposite of dorsolateral peritarsal subluxation in the acquired planovalgus foot, the most common foot deformity in adults [12].

Surgical procedures used in cavovarus foot deformity can be divided into those performed on soft tissues (release of contracted tissues, tendon transposition), which compensate for muscle imbalance, and bone procedures (osteotomy, osteectomy, arthrodesis), which directly correct the abnormal foot shape.

Surgery of cavus deformity usually begins with the release of the plantar fascia from the calcaneal tuber (Steindler procedure) [14,15]. This simple procedure (performed alone) usually does not correct the cavus deformity, but allows for achieving the desired effect more easily in consecutive stages of surgery (osteotomy and/or fusion resulting in dorsal elevation of the 1st ray of the foot) [16]. The transfer of the entire or a part of the tibialis posterior tendon through the intraosseous membrane to the lateral side of the foot is the next most common procedure. In patients with CMT, one half of the tibialis posterior tendon was transferred to the short peroneal muscle and the other half was transferred to the tibialis anterior muscle to ensure symmetric substitution of the function of these muscles. In the remaining cases,

śni. W pozostałych przypadkach przenoszono całe ścięgno TP i doszywano go do kotwicy kostnej wprowadzonej do kości sześcienniej. Przeniesienia ścięgna mięśnia piszczelowego tylnego nie wykonywano jedynie u pacjentów z neuroartropatią cukrzycową Charcota [14]. W sztywnych, utrwalonych i niepodatnych deformacjach, nadmierne wydrążenie stopy (cavus) korygowano na dwóch poziomach – na wysokości stawu Choparta oraz I kości śródstopia (lub stawu klinowato-śródstopnego) [4,13-16]. Wydłużenie ścięgna Achillesa wykonywano jedynie u pacjentów z MPD oraz końskim tyłostopiem w następstwie udarów OUN. Autorzy pracy, podobnie jak Dreher i wsp. nie widzieli takiej potrzeby u pacjentów z CMT [14]. Z kolei Leeuwesteijn i wsp. zalecają wydłużenie ścięgna piętowego u większości operowanych chorych z CMT [7]. W 2 przypadkach (u jednego pacjenta z CMT oraz jednego z neuroartropatią cukrzycową) niezbędne było wykonanie astragalektomii (usunięcia kości skokowej- przyp. aut.), a następnie artrodezy piszczelowo-piętowej. Była to jedyna możliwość odzyskania mobilności pięty i ustawienia stopy w osi podudzia, wobec oporu i ograniczenia jakie powodowały skrócone tkanki miękkie strony przysrodkowej stopy.

Po skorygowaniu szpotawości i końskości tyłostopia należy przystąpić do zniesienia „końskiego” (cavus) i pronacyjnego ustawienia przodostopia i wykonania osteotomii na kolejnych poziomach, począwszy od stawu Choparta, przez staw klinowato-śródstopny (artrodeza Lapidusa) lub osteotomii I kości śródstopia. Schubert i Spencer, Dreher i wsp. oraz Beals i wsp. podkreślają, że korekcja „końskości przodostopia” (cavus) powinna być wykonana dopiero po odzyskaniu podszwowego ustawienia pięty [14,15,17]. Pozwala to lepiej oszacować wielkość klina jaki powinien być wycięty z I-go promienia stopy, aby uzyskać podszwowe ustawienie przodostopia. Autorzy pracy, w przeciwieństwie do Drehera i wsp., preferowali wykonywanie korekcyjnej artrodezy stawu klinowato-śródstopnego I według Lapidusa niż osteotomii I kości śródstopia. Choć operacja usztywnienia stawu jest technicznie bardziej wymagająca to zdaniem autorów, pozwala na większą i umiejscowioną bliżej szczytu deformacji korekcję oraz wobec styku dużych powierzchni kostnych, daje operatorowi poczucie lepszej stabilności zespoleń oraz szybszy wzrost kostny. Wszyscy autorzy podkreślają, że operacja sztywnej deformacji cavovarus powinna odbywać w etapach, po których każdorazowo weryfikujemy uzyskany kształt stopy i ewentualnie modyfikujemy dalsze elementy operacji, a nie powinna być jedynie realizowaniem z góry zaplanowanego „przepisu”. Istniejącą deformację stopy ko-

the entire TP tendon was transferred and sewn to a bone anchor inserted into the cuboid bone. The tibialis posterior tendon transfer was not conducted only in patients with diabetic neuropathic arthropathy [14]. In rigid, established and noncompliant deformities, excessive cavus deformity was corrected at two levels: at the Chopart joint and at the 1st metatarsal (or cuneiform-metatarsal joint) [4,13-16]. Achilles tendon lengthening was conducted only in patients with cerebral palsy and hindfoot equinus following a stroke. Similarly to Dreher et al., we did not see a need for this procedure in patients with CMT [14]. However, Leeuwesteijn et al. recommend Achilles tendon lengthening in most patients with CMT undergoing surgery [7]. Astragalectomy (removal of the tarsal bone – author’s note) followed by tibio-calcaneal arthrodesis was necessary in 2 cases (one patient with CMT and one patient with diabetic neuropathic arthropathy). Due to the resistance and limitations induced by the shortened soft tissues of the medial side of the foot, this was the only possibility of recovering mobility in the heel and positioning the foot in line with the axis of the lower leg.

Following correction of the varus and equinus deformities of the hindfoot, the cavus and pronation positioning of the forefoot need to be reduced and osteotomy should be performed at successive levels, beginning with the Chopart joint, followed by the cuneiform-metatarsal joint (Lapidus arthrodesis), or the 1st metatarsal. Schubert and Spencer, Dreher et al., and Beals et al. emphasise that correction of the „equinus forefoot” (cavus deformity) should be conducted only when the plantigrade position of the foot is achieved [14,15,17]. This allows for better evaluation of the size of a wedge that needs to be resected from the 1st ray of the foot in order to achieve a plantigrade position of the forefoot. Unlike Dreher et al., we preferred to perform arthrodesis of the 1st cuneiform-metatarsal joint according to Lapidus rather than 1st metatarsal osteotomy. Although joint fusion is technically more demanding, we believe that it allows for better correction of the deformity since it is performed closer to its apex and provides the surgeon with a sense of greater stability of the fusion and ensures faster bone union as large bony surfaces meet there. All authors highlight that surgery of a rigid cavovarus deformity should not follow a fixed scheme, but should be conducted in stages and the shape of the foot achieved should be verified after each stage and subsequent stages of the procedure should be modified, if necessary. The foot deformity is corrected during the bony part of surgery and is necessarily followed by tendon transfers in subsequent stages in order to achieve functional con-

ryguje się wykonując część kostną operacji, która w dalszych etapach musi być uzupełniona transferami przyczepów ścięgien w celu uzyskania funkcjonalnej kontroli stopy i stawu skokowo-goleniowego i zapobieżeniu wtórnym zniekształceniom [14,17]. Nawet poprawnie wykonana artrodeza trójstawowa, bez zrównoważonego działania długich mięśni stopy, nie gwarantuje trwałej korekcji deformacji, co miało miejsce u pacjentki z następstwem zespołu ciasnoty przedziałów powięziowych.

Korekcję szponiastego ustawienie palucha, podobnie jak Dreher i wsp. oraz Beals i wsp. korygowano najczęściej przez artrodezę stawu międzypaliczkowego palucha i przeniesienie ścięgna prostownika palucha na I kość śródstopia (techniką Jonesa) [14,16]. Schubert i Spenceer zalecają przeniesienie EHL nie na szyć, lecz na podstawę I kości śródstopia, co zbliża miejsce zakotwiczenia ścięgna do osi obrotu i w rezultacie zwiększa siłę przynoszonego ścięgna [4]. Leeuwesteijn i wsp. w celu zniesienia dalszego deformującego wpływu EHL, przynosili jego przyczep na TA lub na PB jednocześnie wzmacniając funkcję tych osłabionych mięśni [7].

Obecne u 2 pacjentów złamania zmęczeniowe IV i V kości śródstopia wygoiły się samoistnie i nie powróciły w okresie obserwacji. Bluth i wsp również zaobserwowali samoistne gojenie się złamań po przywróceniu podszwowego obciążania stopy [17].

WNIOSKI

1. Operacja korekcji zaawansowanych, sztywnych stóp wydrążonych i szpotawych o podłożu nerwowo-mięśniowym powinna odbywać się w kolejno po sobie następujących etapach, od tyłostopia w stronę obwodu kończyny.
2. Ortopeda powinien posiadać znajomość wielu technik operacyjnych umożliwiających jednoczesną korekcję wszystkich elementów składowych zniekształcenia, zarówno kostnych jak i mięśniowo-więzadłowych.
3. Celem leczenia jest poprawa ustawienie elementów kostnych deformacji oraz odzyskanie równowagi mięśniowej.
4. Zakończenie operacji może nastąpić jedynie po uzyskaniu stopy stabilnej i zdolnej do obciążania całą płaszczyzną podszwy.

PIŚMIENNICTWO / REFERENCES

1. Braathen GJ. Genetic epidemiology of Charcot-Marie-Tooth disease. *Acta Neurol Scand Suppl* 2012;193:iv-22.
2. Koczański A. Perspektywa terapeutyczna w chorobie Charcot-Marie-Tooth typu 1A. *Neurologia dziecięca* 2008;17:43-47.
3. Krause FG, Iselin LD. Hindfoot varus and neurologic disorders. *Foot Ankle Clin* 2012;17:39-56.
4. Schuberth JM, Babu-Spencer N. The impact of the first ray in the cavovarus foot. *Clin Podiatr Med Surg* 2009;26:385-93.
5. Coleman SS, Chesnut WJ. A simple test for hindfoot flexibility in the cavovarus foot. *Clin Orthop Relat Res* 1977;123:60-2.
6. Maskill MP, Maskill JD, Pomeroy GC. Surgical management and treatment algorithm for the subtle cavovarus foot. *Foot Ankle Int* 2010; 31:1057-63.

trol of the foot and ankle joint and to prevent secondary deformity [14,17]. Even if performed correctly, triple joint arthrodesis without a balanced activity of the long muscles of the foot does not guarantee permanent correction of deformity, which happened in the patient with compartment syndrome.

Similarly to Dreher et al. and Beals et al., we most often corrected clawed hallux by hallux interphalangeal joint arthrodesis and extensor hallucis longus tendon transfer to the 1st metatarsal (Jones' technique) [14,16]. Schubert and Spencer recommend EHL tendon transfer to the base, rather than the neck, of the 1st metatarsal, which brings the tendon anchorage closer to the rotation axis and thus increases the strength of the tendon [4]. Leeuwesteijn et al. transferred the EHL tendon to TA or PB with simultaneous strengthening of the function of the weakened muscles in order to reduce further deforming effect of EHL [7].

By now, fatigue fractures of the 4th and 5th metatarsals in 2 patients have healed spontaneously and have not recurred during the follow-up period. Bluth et al. also observed spontaneous healing of fractures following restoration of the plantigrade foot [17].

CONCLUSIONS

1. Surgical treatment of advanced cavovarus foot of neuromuscular origin should be carried out in stages, from the hindfoot towards the periphery of the extremity.
2. The surgeon must be familiar with a number of surgical techniques in order to correct all elements of the deformity, both the bony and muscular-ligamentous ones in a single-stage surgery.
3. Treatment aims to improve the positioning of bone elements of the deformity and regain muscle balance.
4. The work of the operating team is over only when a stable, plantigrade foot has been achieved.

7. Leeuwesteijn AE, de Visser E, Louwerens JW. Flexible cavovarus feet in Charcot-Marie-Tooth disease treated with first ray proximal dorsiflexion osteotomy combined with soft tissue surgery: a short-term to mid-term outcome study. *Foot Ankle Surg* 2010;16:142-7.
8. Townshend DN, Younger ASE. Charcot-Marie-Tooth disease and treatment of the cavo-varus foot. In: M. Bhandari, Evidence-Based Orthopedics, Wiley-Blackwell 2012, 317-322.
9. Verhamme C, van Schaik IN, Koelman JH, de Haan RJ, de Visser M. The natural history of Charcot-Marie-Tooth type 1A in adults: a 5-year follow-up study. *Brain* 2009;132:3252-62.
10. Murray CJ et al. Disability-adjusted life years (DALYs) for 291 diseases and injuries in 21 regions, 1990–2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet* 2013; 380, 2197–223.
11. Szulc A. Podział chorych z mielodysplazją wg poziomów uszkodzeń neurosegmentów jako podstawa oceny możliwości ruchowych. *Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja* 2011; 13:124-143.
12. Kitaoka HB, Alexander IJ, Adelaar RS, Nunley JA, Meyerson MS, Sanders M. Clinical rating systems for the ankle-hindfoot, midfoot, hallux lesser toes. *Foot Ankle Int* 1994; 15: 349-353.
13. Hansen ST. The cavovarus/supinated foot deformity and external tibial torsion: the role of the posterior tibial tendon. *Foot Ankle Clin* 2008;13:325-8.
14. Dreher T, Haggmann S, Wenz W. Reconstruction of multiplanar deformity of the hindfoot and midfoot with internal fixation techniques. *Foot Ankle Clin* 2009;14:489-531.
15. Beals TC, Nickisch F. Charcot-Marie-Tooth disease and the cavovarus foot. *Foot Ankle Clin* 2008;13:259-74.
16. Tullis BL, Mendicino RW, Catanzariti AR, Henne TJ. The Cole midfoot osteotomy: a retrospective review of 11 procedures in 8 patients. *J Foot Ankle Surg* 2004;43:160-5.
17. Beals TC, Nickisch F. Charcot-Marie-Tooth disease and the cavovarus foot. *Foot Ankle Clin* 2008;13:259-74.

Liczba słów/Word count: 5097

Tabele/Tables: 1

Ryciny/Figures: 0

Piśmiennictwo/References: 17

Adres do korespondencji / Address for correspondence

*Dr n. med. Łukasz Kołodziej,
71-252 Szczecin, ul Unii Lubelskiej 1,
tel. 0601 724636; lukas@hot.pl*

*Otrzymano / Received 16.05.2013 r.
Zaakceptowano / Accepted 05.08.2013 r.*



This copy is for personal use only - distribution prohibited.

