

Application of pedobarography in holistic evaluation of the therapy outcomes of the achilli tendon ruptures during sport activity

Zastosowanie pedobarografii w holistycznej ocenie wyników leczenia urazów ścięgna achillesa u osób uprawiających sport

© J ORTHOP TRAUMA SURG REL RES 2 (14) 2009

Original article/Artykuł oryginalny

JACEK LORKOWSKI¹, MAREK TRYBUS¹, WALDEMAR HŁADKI¹, DANIEL ZARZYCKI²

¹ Klinika Medycyny Ratunkowej i Obrażeń Wielonarządowych II Katedry Chirurgii Collegium Medicum UJ w Krakowie

Kierownik prof. dr hab. med. Danuta Karcz

² Katedra i Klinika Ortopedii i Rehabilitacji Collegium Medicum UJ w Zakopanem
Kierownik prof. dr hab. Daniel Zarzycki

Address for correspondence/Adres do korespondencji:

Jacek Lorkowski

ul. Kopernika 21, 31-501 Kraków

tel. 606452887; e-mail: lorkowski@onet.eu

Statistic/Statystyka

Word count/Liczba słów 3260/2476

Tables/Tabele 1

Figures/Ryciny 1

References/Piśmiennictwo 39

Received: 26.06.2008

Accepted: 12.03.2009

Published: 25.05.2009

Summary

Aim: The aim of the study was the assessment of the results of treatment of the complete ruptures of the Achilli tendon.

Material and methods: We evaluated 9 patients suffering from the injury (7 males and 2 females) with an average age of 32. The cause of trauma was sport-related. All patients underwent surgical procedure: in 9 patients Kessler's suture was used, 2 patients were additionally transplanted with iliotibial tract. A plantar flexion immobilization was used for the period of 3 months (constant immobilization for 6 weeks) in all groups. Each patient underwent rehabilitation following surgery. Observational period took 4.1 years. Physical, ultrasonographic and pedobarographic examination were used to analysis.

Results: Pedobarographic examination revealed decreased maximal and average underfoot pressure 6 weeks after surgery on posttraumatic side, special under hindfoot. All patients had a full recovery of the lower limb after rehabilitation. Pedobarographic examination revealed during rehabilitation normalization of underfoot pressure distribution.

Conclusions: 1) An appropriate approach to the therapy of Achilles tendon injuries is surgery followed by intensive physiotherapy. 2) In surgical procedure it is essential to realign the proper anatomic structures including the fibers rotating among the tendon. 3) Pedobarographic examination has been sensitivity method for monitoring rehabilitation after surgical reconstruction of Achilli tendon.

Key words: Achilli tendon, calcanean tendon, tendon ruptures, tendon sutures, pedobarography

Streszczenie

Cel: Celem pracy była ocena wyników leczenia całkowitego przerwania ciągłości ścięgna Achillesa u chorych uprawiających sport.

Materiał i metodyka: Przedmiot badań stanowiło 9 chorych (2 kobiety, 7 mężczyzn), średnia wieku 32 lata. Przyczyną urazu było przeciążenie kończyny w trakcie uprawiania sportu. Wszystkich chorych leczono operacyjnie, zastosowano szew Kesslera, a u 2 chorych dodatkowo przeszczep z pasma biodrowo-piszczelowego. Unieruchomienie w zgięciu podszwowy utrzymywano przez okres 3 miesięcy (przez 6 tygodni unieruchomienie ciągłe). U wszystkich chorych zastosowano leczenie rehabilitacyjne, które rozpoczynano bezpośrednio po zabiegu chirurgicznym. Okres obserwacji wynosił śr. 4.1 lat. Wykonano badania podmiotowe, przedmiotowe, ultrasonograficzne oraz pedobarograficzne.

Wyniki: Po 6 tyg. po zabiegu operacyjnym stwierdzano po stronie urazu zmniejszenie maksymalnych i średnich nacisków podstopnych, szczególnie w obrębie tyłostopia. Po okresie rehabilitacji u wszystkich chorych stwierdzono powrót prawidłowej funkcji kończyny. W trakcie leczenia rehabilitacyjnego stwierdzano normalizację nacisków na podszewkowej stronie stóp.

Wnioski: 1) Właściwym sposobem leczenia uszkodzeń ścięgna Achillesa jest leczenie operacyjne uzupełnione intensywną kinezy- i fizykoterapią. 2) Leczenie operacyjne powinno polegać na odtworzeniu poprawnych stosunków anatomicznych uwzględniających rotację włókien w obrębie ścięgna. 3) Badanie pedobarograficzne jest czułym wskaźnikiem monitorowania leczenia rehabilitacyjnego po operacyjnej rekonstrukcji przerwania ciągłości ścięgna Achillesa.

Słowa kluczowe: ścięgno Achillesa, ścięgno piętowe, urazy ścięgna, szczie ścięgna, pedobarografia

INTRODUCTION

The Achilles tendon is an anatomic structure, known and described already in the Ancient Times. However, a part of the information considered as obvious and concerning its form and treatment appears to be false. Presented in almost all anatomic atlases as a bundle of parallel fibres [1,2], the tendon is in reality a structure of a spiral fibre alignment in which the angle of torsion amount to around 90 degrees [2,3]. Such fibre alignment, typical for the arrangement of fibres of hawser, ensures its maximum resistance. It is a fact which is not often taken into consideration in the treatment of a patient. The structure of the tendon was properly described already in the 16th century by Andreas Vesaliusz in his work „De humani corporis fabrica libri septem”. In reality the paracentral group of fibre of paracentral head of the large muscle constitute the back layer of the tendon. The side part of fibres of the the paracentral head forms the lateral profile of the tendon. The fibres being the extension of the lateral head create the front layer of the tendon. Between these layers there are fibres being a derivative of the soleus muscle [2]. The spiral structure of the tendon, observed in a macroscopic way has its reflection on the lower levels of the tendon organisation, to the level of the collagen muscles [2,4].

A surgical treatment is a proceeding from choice by the interruption of the tendon continuity. In order to obtain satisfactory treatment results, it is necessary to supplement it with kinesytherapy and physiotherapy [5,6,7,8,9]. For the objectivisation of the functional state of the lower limb, during the rehabilitation treatment besides the physical and ultrasonographic test, the pedobarographic test is used. It allows the analysis of the pressure distribution on the sole side of the foot when standing and walking. Although the application of pedobarography in reumatology, orthopaedics or sport medicine is well documented, there are still a few reports concerning the method of using this diagnostic method in case of people suffering from a pulled tendon [10,11,12,13].

The doubts presented in literature, concerning the method of treatment arouse our interest in the problem

WSTĘP

Ścięgno Achillesa (ścięgno piętowe) to struktura anatomiczna, znana i opisywana już w Starożytności. Pomimo tego część powszechnie uznawanych za oczywiste informacji dotyczących jego budowy i leczenia okazuje się fałszywa. Przedstawiane w prawie wszystkich atlasach anatomicznych jako pęczek równoległych włókien [1,2] ścięgno Achillesa jest w rzeczywistości strukturą o spiralnym przebiegu włókien, w której kąt skręcenia wynosi około 90 stopni [2,3]. Taki przebieg włókien, typowy dla układu włókien liny okrętowej, zapewnia jego maksymalną wytrzymałość. Jest to fakt często nie uwzględniany w leczeniu chorego. Budowę ścięgna Achillesa prawidłowo opisał już w XVI wieku Andreas Vesaliusz w dziele „De humani corporis fabrica libri septem”. W rzeczywistości przyśrodkowa grupa włókien głowy przyśrodkowej mięśnia brzuchatego stanowi tylną warstwę ścięgna piętowego. Boczna część włókien głowy przyśrodkowej tworzy boczny zarys ścięgna. Włókna będące przedłużeniem głowy bocznej tworzą warstwę przednią ścięgna. Między tymi warstwami biegną włókna będące pochodną mięśnia płaszczkowatego [2]. Makroskopowo obserwowana spiralna struktura ścięgna znajduje także odzwierciedlenie na niższych poziomach organizacji ścięgna, do poziomu włókien kolagenowych [2,4].

Postępowaniem z wyboru przy przerwaniu ciągłości ścięgna Achillesa jest leczenie operacyjne. Celem uzyskania zadowalających wyników leczenia koniecznym jest jego uzupełnienie kinezy- i fizykoterapią [5,6,7,8,9]. Do obiektywizacji stanu funkcjonalnego kończyny dolnej, w czasie leczenia rehabilitacyjnego obok badania fizykalnego i ultrasonograficznego, wykorzystuje się badanie pedobarograficzne. Pozwala ono na analizę rozkładu nacisków na podszewkowej stronie stopy w czasie stania i chodu. Choć zastosowanie pedobarografii w reumatologii, ortopedii czy medycynie sportowej jest dobrze udokumentowane nadal niewiele jest doniesień dotyczących wykorzystania tej metody diagnostycznej w przypadku osób z zerwaniem ścięgna Achillesa [10,11,12,13].

Podawane w literaturze wątpliwości co do sposobu leczenia spowodowały nasze zainteresowanie tym proble-

[5,6,7,8,9,14,15]. The aim of the work was a holistic evaluation of surgical and rehabilitation results of the totally pulled Achilles tendon in people going in for sports.

MATERIAL AND METHODOLOGY

The object of the research were 9 patients (2 women, 7 men) treated surgically in the years 1999 - 2006 as a result of complete Achilles tendon strain. The patients were aged 24 to 41 (average 32 years). The patients sustained the tendon injury when practising competitive or amateur sport. In 5 people, the injury concerned the left foot, and in 4 people – the right one.

The patients sustained the injury when they overburdened the limb doing sport; 4 patients when playing football, 2 when running, one during the long jump and 2 people during warm-up.

In 8 patients the treatment began up to several hours after the injury. One patient saw the doctor two days after the injury.

In the researched group, 8 patients confirmed the previous occurrence of complaints within the injured Achilles tendon, typical for inflammatory process taking place there. In 3 people, the complaints were double-sided. In the group of people practising sport, 5 patients confirmed the lack of proper warm-up before the beginning of an intensive physical effort.

Before the commencement of the treatment, a physical test was carried out in all patients. In this test, we stated: an edema in the distal part of tibia with accompanying bleeding effusions, a perceptible loss of tendon continuity, the weakening of plantar flexure intalocrural joint and lack of plantar flexure of the feet during the pressure on the calf (a positive Thompson test). It was accompanied by the incapacity to stand on the limb toes after the injury. The result of the physical test confirmed the ultrasonographic test.

All patients underwent a surgery. Kessler suture and adaptation sutures were applied, stabilising the Achilles tendon in the correct spatial orientation. In 2 patients, an additional graft was made from the ilium and tibia tract. In each case, the post-surgery wound was closed by means of layer sutures. Intrasurgically an antibiotic preventive treatment was applied. Then, the limb was immobilized in a plaster dressing pedal and tibia in an equine arrangement (bend angle 15°-20°). The immobilization during the first days after the surgery was changed to orthesis, which was maintained for 6 weeks in a continuous way, and was removed only during the rehabilitation process. During the next 6 weeks, the orthesis was left only during the occurrence of potential excessive overloads, and at night. A standard antithrombotic preventive treatment was applied.

On the first day after surgery, a rehabilitation consisting of 5 stages was introduced. In the first stage, still in hospital conditions that is in the period of 1 to 3 days, a kinesiotherapy was introduced (active exercises) and patients were learnt to walk independently on elbow

mem [5,6,7,8,9,14,15]. Celem pracy była holistyczna ocena wyników leczenia operacyjnego i rehabilitacyjnego całkowitego przerwania ścięgna Achillesa u osób uprawiających sport.

MATERIAŁ I METODYKA

Przedmiotem badań było 9 chorych (2 kobiety, 7 mężczyzn) leczonych operacyjnie w latach 1999 - 2006 z powodu całkowitego przerwania ciągłości ścięgna Achillesa. Wiek chorych wynosił od 24 do 41 lat (śr. 32 lat). Chorzy doznali urazu ścięgna w czasie uprawiania sportu wyczynowego bądź amatorskiego. U 5 osób uraz dotyczył stopy lewej, a u 4 prawej.

Chorzy doznali urazu przy przeciążeniu kończyny w trakcie uprawiania sportu; 4 chorych podczas gry w piłkę nożną, 2 w trakcie biegu, jeden w czasie skoku w dal oraz 2 osoby podczas rozgrzewki.

U 8 chorych leczenie rozpoczęto do kilku godzin po urazie. Jeden chory zgłosił się do leczenia 2 dni po urazie.

W badanej grupie 8 chorych potwierdzało wcześniejsze występowanie dolegliwości bólowych w obrębie uszkodzonego ścięgna Achillesa, typowych dla toczącego się tam procesu zapalnego. U 3 osób dolegliwości te występowały obustronnie. W grupie osób uprawiających sport 5 chorych potwierdziło brak właściwej rozgrzewki przed rozpoczęciem intensywnego wysiłku sportowego.

Przed rozpoczęciem leczenia u wszystkich chorych wykonano badanie fizykalne, w którym stwierdzano: obrzęk w dystalnej części goleni z towarzyszącymi krwawymi wybroczynami, wyczuwalny ubytek ciągłości ścięgna, osłabienie zgięcia podszwowego w stawie skokowo-goleniowym oraz brak zgięcia podszwowego stopy podczas ucisku na łydkę (dodatni test Thompsona). Towarzyszyła temu niezdolność do stania na palcach kończyny po urazie. Wynik badania fizykalnego potwierdzało badanie ultrasonograficzne.

Wszystkich chorych leczono operacyjnie. Zastosowano szew Kesslera i szwy adaptacyjne, stabilizujące ścięgno Achillesa w prawidłowej orientacji przestrzennej. U 2 chorych dodatkowo wykonano przeszczep z pasma biodrowo-piszczelowego. W każdym przypadku ranę operacyjną zamykano stosując szwy warstwowe. Śródoperacyjnie stosowano profilaktykę antybiotykową. Następnie kończynę unieruchamiano w opatrunku gipsowym stopowo-goleniowym w ustawieniu końskim (kąt zgięcia 15°-20°). Unieruchomienie w ciągu kilku dni po zabiegu operacyjnym wymieniano na ortezę, którą utrzymywano przez 6 tygodni w sposób ciągły, zdejmując tylko na okres rehabilitacji. Przez kolejne 6 tygodni ortezę pozostawiano tylko w czasie występowania potencjalnych nadmiernych przeciążeń, oraz w nocy. Stosowano standardową profilaktykę przeciwzakrzepową.

W pierwszym dniu po leczeniu operacyjnym u chorych rozpoczynano rehabilitację składającą się z 5 etapów. W pierwszym etapie, jeszcze w warunkach szpitalnych tj. przez okres 1-3 dni wprowadzano kinezyterapię (ćwiczenia czynne) i uczono chorych samodzielnego

crutches. Then, the treatment was continued in ambulatory conditions. The second, about 10 day-lasting period of rehabilitation treatment carried out in out of the hospital conditions consisted of (apart from kinesytherapy) kriotherapy and laserotherapy. In the third, about 6 week-lasting period, massages and electrostimulations were introduced. In the following, fourth period of rehabilitation treatment, lasting for about 2 months, the patients were learnt to walk independently on a stable, and then unstable ground. Initially, the orthosis was maintained in the patient, then gradually it was changed to an insole raising hindfoot (at first of a two, and then of a one centimeter height). At the end of this period, the patient was moving around independently on a sloping and moving ground. In the fourth period, lasting for about 2 months, the patient was taught to move on a sloping and moving ground. In the fifth, last part of the rehabilitation cycle, lasting for about 4 months, the patients were intensifying the kinesytherapy and after regaining complete physical fitness, they were coming back to previous professional and sports' activity. The total treatment period of the patients lasted for around 8 months.

chodzenia z pomocą kul łokciowych. Następnie kontynuowano leczenie w warunkach ambulatoryjnych. Drugi, około 10 dniowy okres leczenia rehabilitacyjnego prowadzony już w warunkach pozaszpitalnych obejmował poza kinezyterapią krioterapię i laseroterapię. W trzecim, około 6 tygodniowym okresie u chorych wprowadzano masaże i elektrostymulacje. W kolejnym, czwartym okresie leczenia rehabilitacyjnego trwającym około 2 miesiące chorych uczono samodzielnego chodzenia po stabilnym, a następnie niestabilnym podłożu. Początkowo u chorego utrzymywano czasowo ortezę, stopniowo zmieniając ją na wkładkę unoszącą tyłostopie (najpierw dwu, potem jedno centymetrowej wysokości). Pod koniec tego okresu chory poruszał się samodzielnie po pochyłym i ruchomym podłożu. W czwartym, około 2 miesięcznym okresie, uczono chorego poruszania się po pochyłym i ruchomym podłożu. W piątej, ostatniej części cyklu rehabilitacyjnego, trwającej około 4 miesiące, chorzy intensyfikowali kinezyterapię i po odzyskaniu pełnej sprawności wracali do poprzedniej aktywności zawodowej i sportowej. Całkowity okres leczenia chorych obejmował interwał czasowy około 8 miesięcy.

Tab. I. Ankle – Hindfoot Scale

Scale	Points
Pain	40 / 30 / 20 / 0
Lack /Slight / significant /permanent	
Limitation of activity	10 / 7 / 4 /0
Without limits / limitation of sport activity/limitation of everyday activity (orthosis) /significant limitation of everyday activity (crutches, walker)	
Distance in km possible to cover without rest	5 / 4 / 2 / 0
More than 6 / 4 – 6 / 1 – 3 /less than 1	
Ground surface and the walking	5 / 3 / 0
Without any problems on each ground/slight problems on the stairs / significant problems on the stairs	
Abnormalities of walk	8 / 4 / 0
Not appearing/sporadic limp/ distinct limp	
Range of move in the raddoidal plane	8 / 4 / 0
30° or more/ 15° 29° / less than15°	
Mobility in the frontal plane (inversion/eversion)	6 / 3 / 0
correct/slight limitation /distinct limitation	
Stability of the talocrural articulation	8 / 6 / 4
Full/feeling of instability/instability in the clinical test	
Foot setting	10 / 5 / 0
Correct/lowering of the arch or deformation of the ankle-hindfoot/ arch collapse or significant ankle-hindfoot deformation	

The treatment results were evaluated at its conclusion. The period of patients' observation lasted from 1 year to 7 years (on average 4.1 years). On the basis of the medical documentation, the interview and physical test, the return of the proper functioning of the operated limb after the surgery was evaluated. We took into consideration the occurrence of complaints, the range of active and passive movements in the operated limb, especially in the talocrural articulation, the muscular power of the operated limb, the presence of contractures and edema. In order to objectivize the treatment results, we took advantage of a standard marking scale of the talocrural articulation and hindfoot articulation (American Orthopaedic Foot and Ankle Society: Ankle – Hindfoot Scale) (Tabela 1) [16].

Additionally, in each patient a static and stature pedobarographic test (mono and bipodal) was made, standing in the whole surface of the feet and standing on the toes. The test was carried out after 6 - 8 - 10 - 12 weeks and after 6 months after the injury, controlling the rehabilitation treatment progress. We compared the distribution of pressures on the sole-side of the healthy and operated foot. Additionally, we compared the distribution of pressures on the sole-side of the feet in patients after pulling the Achilles tendon and in people from the con-

Wyniki leczenia oceniono po jego zakończeniu. Okres obserwacji chorych wynosił od 1 roku do 7 lat (śr. 4.1 lat). Na podstawie dokumentacji medycznej, wywiadu i badania fizykalnego oceniano powrót prawidłowej funkcji operowanej kończyny po leczeniu operacyjnym. Uwzględniono występowanie dolegliwości bólowych, zakres ruchów czynnych i biernych w kończynie operowanej, w szczególności w stawie skokowo-goleniowym, siłę mięśniową kończyny operowanej, występowanie przykurczów i obrzęków. Celem obiektywizacji wyników leczenia posłużono się standardową skalą oceny punktowej stawu skokowego i tyłostopia (American Orthopaedic Foot and Ankle Society: Ankle – Hindfoot Scale) (Tabela 1) [16].

Dodatkowo u każdego z chorych wykonywano statyczne i posturalne badanie pedobarograficzne mono- i bipodalne, w trakcie stania na całej powierzchni stóp i w trakcie stania na palcach. Badanie to wykonywano po 6 - 8 - 10 - 12 tygodniach i po 6 miesiącach od urazu monitorując postępy leczenia rehabilitacyjnego. Porównywano rozkład nacisków na podszwawej stronie stopy zdrowej i operowanej. Dodatkowo porównano rozkład nacisków na podszwawej stronie stóp u chorych po zerwaniu ścięgna Achillesa i osób z grupy kontrolnej.

Tab. I. Skala oceny punktowej stawu skokowego i tyłostopia

Skala	Punkty
Ból	40 / 30 / 20 / 0
Brak / lekki / znaczny / stały	
Ograniczenie aktywności	10 / 7 / 4 / 0
Bez ograniczeń / ograniczenie aktywności sportowej / ograniczenie codziennej aktywności (orteza) / znaczne ograniczenie codziennej aktywności (kule, chodzik)	
Dystans w km możliwy do pokonania bez odpoczynku	5 / 4 / 2 / 0
powyżej 6 / 4 – 6 / 1 – 3 / poniżej 1	
Powierzchnia podłoża a chodzenie	5 / 3 / 0
Bez problemu na każdym podłożu / niewielkie problemy na schodach / znaczne problemy na schodach	
Nieprawidłowości chodu	8 / 4 / 0
Nie występują / sporadyczne utykanie / wyraźne utykanie	
Zakres ruchu w płaszczyźnie strzałkowej	8 / 4 / 0
30° lub większy / 15° – 29° / poniżej 15°	
Ruchomość w płaszczyźnie czołowej (inwersja / ewersja)	6 / 3 / 0
Prawidłowy / niewielkie ograniczenie / wyraźne ograniczenie	
Stabilność stawu skokowego	8 / 6 / 4
Pełna / poczucie niestabilności / niestabilność w badaniu klinicznym	
Ustawienie stopy	10 / 5 / 0
Prawidłowe / obniżenie sklepienia lub deformacja tyłostopia / zapadnięcie łuków lub znaczna deformacja tyłostopia	

trol group. The control group for the estimation of the values of pressures stated in the pedobarographic test consisted of 40 healthy people (20 women, 20 men, aged 22–40, on average 33,2). In order to evaluate the distribution of pressures on the sole-side of the feet, they were divided into zone according to Blomgren [17,18]. The test was repeated during each examination at least three times in order to confirm the results recurrence.

RESULTS

In all patients, we observed the return of the limb full functioning. In the interview, no complaints were stated in the operated limb when it was in a state of rest, standing and moving. The physical test showed a full range of passive and active movements in the talocrural articulation and remaining articulations of the lower limb. A full muscle strenght was observed (5 in Lovett scale). The decrease of the size of the operated tibia in the largest part of the calf was not exceeding 1 cm in any patient. No edema occurrence was stated. These patients, in accordance with the marking scale of the evaluation of talocrural articulation and hind-foot articulation, obtained the maximum score [16].

In two patients with a good treatment result, there was a temporary, passing bathyhypoesthesia of the foot on the area of about 10 cm² within the scope of innervation of the distal part of the saphenous nerve. It didn't inhibit, however, its normal action and did not impair the limb function in their opinion.

Grupę kontrolną dla oceny wartości nacisków stwierdzanych w badaniu pedobarograficznym stanowiło 40 zdrowych osób (20 kobiet, 20 mężczyzn, wiek 22–40 lat, śr. 33,2). Celem oceny rozkładu nacisków na podszwowej stronie stóp podzielono je na strefy wg Blomgren [17,18]. Badanie powtarzano przy każdym badaniu co najmniej 3-krotnie celem potwierdzenia powtarzalności wyników.

WYNIKI

U wszystkich chorych stwierdzono pełny powrót funkcji kończyny. W wywiadzie nie stwierdzano dolegliwości bólowych w operowanej kończynie w spoczynku, staniu i w czasie chodu. Badanie fizykalne wykazało pełny zakres ruchów biernych i czynnych w stawie skokowo-goleniowym i pozostałych stawach kończyny dolnej. Stwierdzano pełną siłę mięśniową (5 w skali Lovetta). Zmniejszenie obwodu operowanej goleni w najszerszym miejscu łydki u żadnego pacjenta nie przekraczało 1 cm. Nie odnotowano występowania obrzęków. Chorzy ci zgodnie ze skalą punktową oceny stawu skokowego i tyłostopia uzyskali maksymalną ilość punktów [16].

U 2 chorych z dobrym wynikiem leczenia występowała okresowa, przemijająca niedoczulica stopy na obszarze około 10 cm² w zakresie unerwienia części dystalnej nerwu udowo-goleniowego. Nie przeszkadzała ona jednak w normalnej aktywności i w ich odczuciu nie upośledzała funkcji kończyny.



Fig. 1. Changes of underfoot pressure distribution on patient after Achilli tendon rupture, after surgical treatment, during rehabilitation. Bipedal standing (upper line - on the plantar surface of hallux and toes, lower line - on total plantar surface)

Ryc. 1. Zmiana rozkład nacisków na podszwowej stronie stóp u pacjenta po zerwaniu ścięgna Achillesa i leczeniu operacyjnym w trakcie leczenia rehabilitacyjnego. Stanie dwunożne (górną linią - na palcach, dolną linią - na pełnych powierzchniach stóp)

In the ultrasonic picture, after the end of the treatment, in all patients a correct replacement of the tendon continuity and its reconstruction was stated.

In the bipodal pedobarographic test (static and postural), six weeks after the surgery, a decrease of maximal and medium hindfoot pressures were observed on the side of the injury in comparison to the other limb and in relation to the control group. The biggest pressures on the side of the injury were stated in the MT1-MT5 zones. In the T and H zones no contact of the sole side of the foot with the ground was stated as no pressures were observed, either. In relation to the other parts of the operated foot, the medium as maximum pressures in the MT1-MT5 zones increased. On the other side of the injury, an increase in medium and maximum pressures on the sole side of the foot was observed. During the rehabilitation treatment, a gradual normalization of underfoot pressures was taking place. Between the 8 and 10 week after the injury, a gradual appearance of pressures in T and H zones on the operated sides were observed. In the 12th week, a normalization of pressures was achieved, especially in the T and H zones. In the sixth month, we obtained a normalization of underfoot pressures which was repeated in at least 3 tests. In separate tests, differences in pressures in the form of asymmetry of their distribution, between a person after the injury and the control group, had appeared up to one year (Figure 1).

During the bimodal test, during the selective straining of the forefoot when standing on toes, a progressive normalization of pressures was observed between the sixth week and the sixth month after the injury. An analogous picture was observed during the monopodal standing. Regarding the occurring excessive strains appearing at the same time, this test had been introduced with a 4-6 week-delay in relation to the bipodal test.

DISCUSSION

The Achilles tendon injury appears more frequently when there are small microinjuries and inflammations within it overlapping themselves. So-called "weekend warriors" are supposed to constitute the group of people the most predisposed to this type of injuries. These are people aged around 30-40, who went in for sport in the past, and after several or a dozen or so years suddenly, without warm-up and training, come back to intensive sport effort [16,19,20,21]. This is confirmed by our observations. 8 patients cured by us were suffering from complaints within the Achilles tendon before the injury, among whom 5 were suffering from complaints in both sides. In 3 patients, the application of anti-inflammatory non-sterid drugs and physiotherapy so as to reduce the appearance of complaints in the last two years preceding the injury was confirmed. A sudden commencement of increased physical effort directly before the injury caused the tendon damage in 6 patients.

It is considered that the risk of injury increases through the application of wrong shoes, running on hard, slippery and sloping surfaces [19,20,21]. It was confirmed

W obrazie ultrasonograficznym, po zakończeniu leczenia, u wszystkich chorych stwierdzono poprawne odtworzenie ciągłości ścięgna i jego przebudowę.

W badaniu pedobarograficznym bipodalnym (statycznym i posturalnym), 6 tygodni po zabiegu operacyjnym stwierdzano po stronie urazu zmniejszenie maksymalnych i średnich nacisków podstopnych w stosunku do drugiej kończyny oraz w stosunku do grupy kontrolnej. Największe naciski po stronie urazu stwierdzano w strefach MT1-MT5. W strefach T i H nie wykazano kontaktu poduszki stopy z podłożem i występowania nacisków. W stosunku do pozostałych części stopy operowanej naciski zarówno średnie jak i maksymalne w strefach MT1-MT5 zwiększyły się. Po stronie przeciwnej do urazu stwierdzano zwiększenie średnich i maksymalnych nacisków na poduszki stopy. W trakcie leczenia rehabilitacyjnego następowała stopniowa normalizacja nacisków podstopnych. Pomiędzy 8 a 10 tygodniem po urazu stwierdzano stopniowe pojawienie się nacisków w strefach T i H po stronie operowanej. W 12 tygodniu uzyskiwano normalizację nacisków, szczególnie w strefach T i H. W 6 miesiącu uzyskiwano powtarzalną w co najmniej 3 badaniach normalizację nacisków podstopnych. W pojedynczych badaniach różnice w naciskach pod postacią asymetrii ich rozkładu, pomiędzy osobą po urazu a grupą kontrolną występowały do 1 roku (Rycina 1).

W trakcie badania bimodalnego, w czasie selektywnego obciążania przedostopia przy staniu na palcach stwierdzano również postępującą normalizację nacisków pomiędzy 6 tygodniem i 6 miesiącem po urazu. Analogiczny obraz obserwowano przy staniu monopodalnym. Ze względu na występujące przy nim nadmierne przeciążenia, badanie to wprowadzano jednak z 4-6 tygodniowym opóźnieniem w stosunku do bipodalnego.

DYSKUSJA

Do uszkodzenia ścięgna Achillesa dochodzi najczęściej w przypadku istnienia w jego obrębie nakładających się na siebie drobnych ognisk mikrourazów i zapaleń. Grupą osób najbardziej predysponowanych do tego typu urazów są tzw. „weekendowi wojownicy” („weekend warrior”). Są to osoby w wieku około 30-40 lat, które w przeszłości uprawiały sport, a po kilku-kilkunastu latach nagle, bez rozgrzewki i treningu powracają do intensywnego wysiłku sportowego [16,19,20,21]. Potwierdzają to nasze obserwacje. U 8 z leczonych przez nas chorych występowały przed urazem dolegliwości bólowe w obrębie ścięgna Achillesa, w tym u 5 obustronnie. U 3 chorych potwierdzono stosowanie niesterydowych leków przeciwzapalnych i fizykoterapii celem ustąpienia dolegliwości bólowych w ciągu ostatnich 2 lat przed urazem. Nagłe rozpoczęcie zwiększonego wysiłku fizycznego bezpośrednio przed urazem było powodem uszkodzenia ścięgna u 6 chorych.

Uważa się, że ryzyko urazu zwiększa się jeszcze bardziej przez stosowanie niewłaściwego obuwia, bieganie po twardych, śliskich i skośnie przebiegających po-

in 4 patients. Running on hard, slippery ground led to the injury. An excessive, sudden bend of the dorsum of foot may lead to tendon rupture.

Although that the mechanism of tendon rupture remains an open issue, some elements are always characteristic: the interruption of tendon continuity in the place of its worse vascularity, that is at around 2-6 cm height proximally in relation to the calcaneal tuberosity, damage of „brush type” within the heel tendon with the preservation of the not-damaged musculus plantaris running along the tendon. In all operated patients we met a similar intraoperative picture. A big level of destruction of the defibered Achilles tendon, overrunning within the medulla of the tendinous muscle, led in two cases to the necessity of applying an additional reinforcement of sutured structures through graft from the iliotibial tract. The application of this type of graft, due to the limitation linked with it of the stanchion flexor muscle, triggered many different opinions [19,20,21,22,23].

Doubts concerning the way of treatment of serious injuries of Achilles tendon are still present in the literature [5,7,8]. However, most authors are inclined to surgery, whose optimal method was not defined [5,6,8,9,15,17,24]. Many authors describe different ways of connecting stumps of the injured tendon; from the simplest – suturing „end to the end”, up to complex operational techniques – Kessler, Dumpell, Bunell sutures, techniques of turned digastric muscle flaps, percutaneous sutures and tendons' autografts [14, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 30]. Some authors suggest that there is a possibility of application of autograft of multipotential marrow cells in order to speed up the process of tendon healing [31]. In the described group of patients, we applied the Kessler suture, strengthened by adaptive sutures. We think that conservative treatment is bound to fail because of a lack of possibilities for a proper, oriented tendineus cicatrix between the stumps. This enhances the necessity to operated patients with a totally Achilles tendon rupture. This concerns especially young people, going in for sport, where the length of the arm of the active power and its value are essential.

The main aim of treating Achilles tendon injuries is the restitution of a proper, initial length of the tendineus-muscular unit and the reconstruction of its initial resistance and internal structure [14,15,28,29,30]. The optimal, possible to obtain reconstruction of the correct anatomic relations within the tendon allows for the return of a proper limb function, especially the plantar flexion in the talocrural articulation and the stabilization of the transverse tarsal articulation from the back side. For this, it is essential to consider the reconstruction of the actual Achilles tendon structure. That is why during surgeries, the fibres of ruptured tendons were arranged in proper rotation and presentation before starting to reconstruct them. We consider this to be the essential cause of obtained good results in the treatment.

wierzchniach [19,20,21]. Potwierdzono to u 4 z naszych chorych. Do urazu doszło u nich w czasie biegu po twardym, śliskim podłożu. W czasie nadmiernego, gwałtownego zgięcia grzbietowego stopy może dojść do zerwania ścięgna.

Pomimo, że mechanizm zerwania ścięgna pozostaje sprawą otwartą, to pewne elementy są zawsze charakterystyczne: przerwanie ciągłości ścięgna w miejscu najgorszego jego unaczynienia, tj. na wysokości ok. 2-6 cm proksymalnie w stosunku do guza piętowego, uszkodzenie „typu pędzla” w obrębie ścięgna piętowego z zachowaniem nieuszkodzonego przebiegającego obok ścięgna mięśnia podeszwowego. Z podobnym obrazem śródoperacyjnym spotkaliśmy się u wszystkich operowanych chorych. Duży stopień destrukcji rozwłóknionego ścięgna Achillesa, przedłużający się w obręb rdzenia ścięgniętego mięśnia powodował w 2 przypadkach konieczność zastosowania dodatkowego wzmocnienia zeszytych struktur przez przeszczep z pasma biodrowo-piszczelowego. Zastosowanie tego typu przeszczepu, ze względu na łączące się z nim ograniczenie przestrzeni przedziału zginaczy goleni powoduje u wielu odmienne opinie [19,20,21,22,23].

Wątpliwości co do sposobu leczenia ostrych urazów ścięgna Achillesa są nadal obecne w piśmiennictwie [5,7,8]. Jednak większość autorów skłania się do leczenia operacyjnego, którego optymalnej metody również nie zdefiniowano [5,6,8,9,15,17,24]. Liczni autorzy opisują różne sposoby zespalania kikutów uszkodzonego ścięgna; od najprostszej – zeszytanie „koniec do końca”, do złożonych technik operacyjnych – szew Kesslera, Dumpell'a, Bunell'a, techniki odwracanych płatów mięśnia dwubrzuscowego, szwy przeskórne i przeszczepy autologiczne ścięgien [14,22,23,25,26,27,28,29,30]. Część autorów sugeruje możliwość podania autologicznego przeszczepu multipotencjalnych komórek szpiku celem przyspieszenia procesu gojenia ścięgna [31]. W opisywanej przez nas grupie chorych zastosowaliśmy szew Kesslera wzmocniony szwami adaptacyjnymi. Uważamy, że leczenie zachowawcze jest skazane na niepowodzenie ze względu na brak możliwości powstawania prawidłowej, ukierunkowanej blizny ścięgniętej pomiędzy kikutami. Przemawia to za koniecznością leczenia operacyjnego chorych z całkowitym zerwaniem ścięgna Achillesa. Dotyczy to zwłaszcza młodych chorych, uprawiających sport, gdzie długość ramienia działającej siły i jej wartość są istotne.

Głównym celem leczenia uszkodzeń ścięgna Achillesa jest przywrócenie prawidłowej, pierwotnie właściwej długości jednostki ścięgnięto-mięśniowej i odtworzenie jej pierwotnej wytrzymałości i struktury wewnętrznej [14,15,28,29,30]. Optymalne, możliwe do uzyskania odtworzenie prawidłowych stosunków anatomicznych w obrębie ścięgna zapewnia powrót prawidłowej funkcji kończyny, w szczególności zaś zgięcia podeszwowego w stawie skokowo-goleniowym i stabilizacji stawu skokowo-piętowo-łódkowego od strony tylnej. W tym celu koniecznym jest uwzględnienie odtworzenia faktycznej

Another key element taken into consideration when reconstructing the Achilles tendon by means of surgery, which ensures its proper healing, was the application of atraumatic intrasurgical proceeding in order to keep intact the choroidal branches joining them. Especially in the II and III type of organum vasculosum, the lack of atraumatic surgical technique and the lifting of tendon stumps above the surgical field, may lead to a permanent or temporary impairment of tendon blood supply and inhibit its regeneration [32,33]. Our observations confirm a quicker wound healing and a quicker progress in rehabilitation treatment in people, in whom a more atraumatic surgical procedure was applied.

The next element, to which many authors turn our attention to, is ensuring a proper rehabilitation treatment. In the worked out model, a five-stage rehabilitation treatment scheme is applied. In the optimal version for the patient, it comprises a period of 8 months and begins directly after the surgery [14,15,16,18,34]. The monitoring of rehabilitation treatment progress, besides the physical test, is enabled by ultrasonography and pedobarography, which was applied in the operated group of patients [18,35].

It is widely known that the condition for a proper lower limb functioning is among others the proper anatomical constitution and the biomechanic competence of the stanchion and the foot [19,36]. The evaluation of the biomechanic function is facilitated by the analysis of loading on the plantar side of the foot when standing and walking, which is a surface mapping of mechanical phenomena taking place in the space. Vectors of forces acting in the lower limb reflect themselves in the form of maps of loadings in the pedobarographic test [10,12,13,17,18]. In the evaluated group of patients, the pedobarographic test was applied for the evaluation of the pressure distribution on the plantar side of the foot during and after the end of the treatment. In all patients, a normalization of pressures distribution on the plantar side of the foot was observed. A gradual return to the full limb function coincided with the change of pedobarographic presentation. The picture of pressures; normalization on the plantar side of the feet was appearing about 3 months after the injury that is in the moment when the patient walk in an efficient way and when the tendon and collagen fibres' structure are fully remodelled. The ultrasonographic test, made 3 months after, was showing a modelling and a progressive orientation of fibres constituting the Achilles tendon and the tendinous root of the musculus triceps surae. Previously, this test constitutes a confirmation of a proper diagnosis and decision for a surgical treatment.

struktury ścięgna Achillesa. Dlatego w trakcie zabiegów operacyjnych układano włókna zerwanych ścięgien w odpowiedniej rotacji i ułożeniu przed przystąpieniem do ich rekonstrukcji. Uważamy, że było to istotną przyczyną uzyskanych dobrych wyników leczenia.

Innym kluczowym elementem uwzględnianym w czasie wykonywanej przez nas operacyjnej rekonstrukcji ścięgna Achillesa, zapewniającym jego prawidłowe gojenie, było zastosowanie atraumatycznego postępowania śródoperacyjnego celem zachowania w stanie nieuszkodzonym dochodzących do niego gałęzi naczyniowych. Szczególnie w II i III typie unaczynienia, brak atraumatycznej techniki operacyjnej oraz unoszenie kikutów ścięgna ponad pole operacyjne, może prowadzić do trwałego lub okresowego upośledzenia ukrwienia ścięgna i spowolnić jego regenerację [32,33]. Obserwacje nasze potwierdzają szybsze gojenie się rany i szybszy postęp leczenia rehabilitacyjnego u osób, u których zastosowano bardziej atraumatyczną procedurę operacyjną.

Kolejnym elementem, na który zwracają uwagę liczni autorzy, jest zapewnienie właściwego leczenia rehabilitacyjnego. W wypracowanym przez nas modelu stosuje się pięcioetapowy schemat leczenia rehabilitacyjnego. W wersji optymalnej dla chorego, obejmuje on okres 8 miesięcy i rozpoczyna się bezpośrednio po zabiegu chirurgicznym. [14,15,16,18,34]. Monitorowanie postępów leczenia rehabilitacyjnego poza badaniem fizykalnym umożliwia ultrasonografia i pedobarografia, którą zastosowano w operowanej grupie chorych [18,35].

Powszechnie wiadomo, że warunkiem właściwego funkcjonowania kończyny dolnej jest między innymi prawidłowa budowa anatomiczna i wydolność biomechaniczna goleni oraz stopy [19,36]. Ocenę funkcji biomechanicznej ułatwia analiza obciążeń na podszwowej stronie stopy w czasie stania i chodu, która jest płaszczyznowym odwzorowaniem zjawisk mechanicznych zachodzących w przestrzeni. Wektory działających sił działających w kończynie dolnej odwzorowują się w postaci map obciążeń w badaniu pedobarograficznym [10, 12, 13, 17, 18]. W ocenianej przez nas grupie chorych badanie pedobarograficzne zastosowano do oceny rozkładu nacisków na podszwowej stronie stopy w trakcie i po zakończeniu leczenia. U wszystkich chorych obserwowano normalizację rozkładu nacisków na podszwowej stronie stóp. Stopniowy powrót pełnej funkcji kończyny pokrywał się ze zmianą obrazu pedobarograficznego. Obraz normalizacji nacisków na podszwowej stronie stóp pojawiał się około 3 miesiące od urazu tj. w chwili uzyskania przez chorych wydolnego chodu i w okresie kiedy dochodzi do pełnego remodelingu struktury ścięgna i włókien kolagenowych. Wykonywane po 3 miesiącach badanie ultrasonograficzne wskazywało na przebudowę i postępujące ukierunkowanie włókien tworzących ścięgno Achillesa i rdzeń ścięgniasty mięśnia trójgłowego łydki. Wcześniej badanie to stanowiło potwierdzenie poprawnego postawienia rozpoznania i decyzji o leczeniu operacyjnym.

No cases of repeated Achilles tendon rupture were stated during the rehabilitation treatment. This testifies of a proper dosage of maximum loads during the kinesiotherapy.

In the literature, there are doubts concerning the application of insoles after the end of the treatment of Achilles tendon injuries [37]. We think that after the treatment, a fully sound walk will be provided by comfortable, soft shoes, that is why did not apply such type of orthosis. There is one exception to this, that is the exchange of orthosis for typical shoes, when we temporarily introduced insoles lifting the hindfoot 2 cm up at first, and then 1 cm.

Many authors, however, underline that a significant factor predisposing the development of a degenerative disease, besides morphologic predispositions, is constituted by biomechanic properties [33,38]. The size and direction of powers influencing the foot articulations, and as a result the level of the concentration of the pressures within it, are factors modifying the carrier function of articulation surfaces. The necessity for the amortization of excessive static and dynamic stress perturbs not only the mechanics of the foot, but also the one of the whole chain of the lower limb and the axial skeleton. That is why the analysis of the lower limb biomechanics is a helpful element in this evaluation [10,12,39].

The results of our tests show that postural pedobarographic test is a sensitive gauge monitoring the process of treatment of after injury changes of the Achilles tendon. It can be especially useful when curing sportsmen, when the premature introduction of excessive loads may lead to another injury. The value of this method is bigger when it is totally neutral for the examined person, and so the measurements may be repeated many times [10,12,36]. Our experiences show the usefulness of static measurement and bipodal postural than monopodal, because of the simplicity of its execution and the occurrence of smaller excessive loads during the test itself.

CONCLUSIONS

- 1) An appropriate way of treating Achilles tendon injuries is the surgical treatment supplemented with intensive kinezy and physiotherapy.
- 2) The surgery should consist in the reconstruction of correct anatomical relations taking into consideration the rotation of fibres within the tendon.
- 3) The pedobarographic test seems to be a sensitive indicator of monitoring the rehabilitation treatment after the surgical reconstruction of Achilles tendon discontinuity.

Nie stwierdzano przypadków ponownego zerwania ścięgna Achillesa w trakcie leczenia rehabilitacyjnego. Świadczy to o właściwym dozowaniu maksymalnych obciążeń w trakcie kinezyterapii.

W literaturze pojawiają się wątpliwości dotyczące stosowania wkładek po ukończeniu leczenia uszkodzeń ścięgna Achillesa [37]. Uważamy, że po zakończeniu leczenia w pełni wydolny chód zapewni wygodne, miękkie obuwie, stąd nie stosowaliśmy tego typu ortez. Wyjątkiem jest stopniowa wymiana ortozy na typowe obuwie, kiedy wprowadzaliśmy okresowo wkładki unoszące tyłostopie najpierw na 2 cm, a potem 1 cm.

Wielu autorów podkreśla jednak, że istotny czynnik predisponujący do rozwoju choroby zwyrodnieniowej obok uwarunkowań morfologicznych stanowią własności biomechaniczne [33,38]. Wielkość i kierunek sił działających na stawy stopy, a w efekcie stopień koncentracji nacisków w jej obrębie, to czynniki modyfikujące funkcję nośną powierzchni stawowych. Konieczność amortyzacji nadmiernych naprężeń statycznych i dynamicznych zaburza mechanikę nie tylko stopy, ale i całego łańcucha stawowego kończyny dolnej i szkieletu osiowego. Dlatego analiza biomechaniki kończyny dolnej jest pomocnym elementem w tej ocenie [10,12,39].

Wyniki naszych badań wskazują, że posturalne badanie pedobarograficzne jest czułym wskaźnikiem monitorującym przebieg leczenia zmian pourazowych ścięgna Achillesa. Może być ono szczególnie przydatne w leczeniu sportowców, gdzie przedwczesne wprowadzenie nadmiernych obciążeń może spowodować ponowną kontuzję. Wartość tej metody jest tym większa, że jest ona całkowicie obojętna dla osoby badanej, a więc pomiary mogą być powtarzane wielokrotnie [10,12,36]. Doświadczenia nasze wskazują na większą przydatność pomiaru statycznego i posturalnego bipodalnego niż monopodalnego, ze względu na prostotę wykonania i występowanie mniejszych przeciążeń podczas samego badania.

WNIOSKI

- 1) Właściwym sposobem leczenia uszkodzeń ścięgna Achillesa jest leczenie operacyjne uzupełnione intensywną kinezy- i fizykoterapią.
- 2) Leczenie operacyjne powinno polegać na odtworzeniu poprawnych stosunków anatomicznych uwzględniających rotację włókien w obrębie ścięgna.
- 3) Badanie pedobarograficzne wydaje się czułym wskaźnikiem monitorowania leczenia rehabilitacyjnego po operacyjnej rekonstrukcji przzerwania ciągłości ścięgna Achillesa.

References/Piśmiennictwo:

1. April EW: *Anatomy*. 2nd ed, Malvern: Williams & Wilkins; 1990.
2. Ciszek B, Śmigiełski R: Wewnętrzna struktura ścięgna piętowego (Achillesa). *Acta Clinica* 2003; 3: 210-15.
3. White JW: Torsion of the Achilles tendon; its surgical significance. *Archs Surg*. 1943; 46: 784-787.
4. Omelianenko NP: Structuro-functional organization of the fiber network in the human Achilles tendon. *Arkhiv Anatomii, Gistologii i Embriologii* 1983; 84: 69-73.
5. Garabito A, Martinez-Miranda J, Sanchez-Sotelo J: Augmented repair of acute Achille tendon rupture using gastrocnemius-soleus fascia. *Int Orthop* 2005; 29: 42-6.
6. Kocher MS, Bishop J, Marshall R, et al.: Operative versus nonoperative management of acute Achilles tendon rupture: expected-value decision analysis. *Am J Sport Med* 2002; 30: 783-90.
7. Maffulli N: Rupture of the Achilles tendon. *J Bone Joint Surg* 1999; 81A: 1019-36.
8. Van der Linden-van der Zwaag HM, Nelissen RG, Sintenie JB: Results of surgical versus non-surgical treatment of Achilles tendon rupture. *Int Orthop* 2004; 28: 370-3.
9. Weber M, Niemann M, Lanz R, et al.: Nonoperative treatment of acute rupture of the Achilles tendon: results of a new protocol and comparison with operative treatment. *Am J Sports Med* 2003; 31: 685-91.
10. Barton JG, Lees A: Development of a connectionist expert system to identify foot problems based on under-foot pressure patterns. *Clin Biomech* 1995; 10: 385-391.
11. Hughes J: The clinical use of pedobarography. *Acta Orthop Belg* 1993; 59: 10-6.
12. Lorkowski J.: Ocena rozkładu nacisków na podszwowej stronie stóp u chorych ze zmianami zwyrodnieniowymi stawów biodrowych. *Ortopedia i traumatologia u progu nowego Millenium*, Bydgoszcz 2002: 275-277.
13. Minns R.J., Craxford A.D.: Pressure under the forefoot in rheumatoid arthritis. A comparison of static and dynamic methods of assessment. *Clin Orthop* 1984; 187: 235-242.
14. Fernandez- Fairen M, Gimeno C: Augmented repair of Achilles tendon ruptures. *Am J Sports Med* 1997; 25: 177-81.
15. Wong J, Barrass V, Maffulli N: Quantitative review of operative and nonoperative management of Achilles tendon ruptures. *Am J Sports Med* 2002; 30: 565-75.
16. Świerczyński R, Śmigiełski R, Mioduszeński A: Uszkodzenia ścięgna piętowego leczone operacyjnie z programem rehabilitacji bez unieruchomienia gipsowego – wczesne wyniki 12 przypadków. *Acta Clinica* 2001; 2: 152-60.
17. Blomger M., Turan I., Agadir M.: Gait analysis in hallux valgus. *J. Foot Surg.*, 1991; 30: 70-71.
18. Lorkowski J, Skawina A, Mazur T: Estimation of underfoot pressure distribution during treatment of patients with partial rupture of Achilles tendon. *Acta Kinesiologiae Univ Tartu* 2001; 6: 156-9.
19. Astrom M: Partial rupture in chronic achilles tendinopathy. A retrospective analysis of 342 cases. *Acta Orthop Scand* 1998; 69: 404-7.
20. Teitz CC, Garrett WE Jr, Miniaci A et al.: Tendon problems in athletic individuals. *Instr Course Lect*. 1997; 46: 569-82.
21. Thermann H, Hufner T, Tschern H: Achilles tendon rupture. *Orthopade* 2000; 29: 235-50.
22. Assal M, Jung M, Stern R, et al.: Limited open repair of Achilles tendon ruptures: a technique with a new instrument and findings of prospective multicenter study. *J Bone Joint Surg* 2002; 84A: 161-70.
23. Soldatis JJ, Goodfellow DB, Wiber JH: End-to-end operative repair of Achilles tendon rupture. *Am J Sports Med* 1997; 25: 90-5.
24. Tagliavero G, Stecco C: The subcutaneous Achilles tendon rupture: comparison of three surgical techniques. *Foot and Ankle Surg* 2004; 10: 187-94.
25. Aracil J, Pina A, Lozano JA, et al.: Percutaneous suture of Achilles tendon rupture. *Foot Ankle* 1992; 13: 350-1.
26. Jaakkola JL, Hutton WC, Beskin JL, et al.: Achilles tendon rupture repair: biomechanical comparison of the triple bundle technique versus the Krakow locking loop technique. *Foot Ankle Int* 2000; 21: 14-7.
27. Nyyssönen T, Saarikoski H, Kaukonen JP, et al.: Simple end-to-end suture versus augmented repair in acute Achilles tendon ruptures: a retrospective comparison in 98 patients. *Acta Orthop Scand* 2003; 74: 2006-8.
28. Rippstein PF, Jung M, Assal M: Surgical repair of acute Achilles tendon rupture using „mini-open” technique. *Foot Ankle Clin* 2002; 7: 611-19.
29. Vivaldi AS: Percutaneous repair of ruptured tendo Achillis. *J Bone Joint Surg* 2000; 82B: 619.
30. Zell RA, Santoro VM: Augmented repair of acute Achilles tendon ruptures. *Foot Ankle Int* 2000; 21: 469-74.
31. Buisson P, Batisse J, Potier L, et al.: Traitement des ruptures du tendon d'Achille selon la technique de tenorrhaphie percutanee. *J Traumatol Sport* 1996; 13: 204-11.
32. Karcz M.J., Skawina A, Gorczyca J, et al.: The arterial vascularisation of the human calcaneus (Achilles) tendo during the prenatal development. *Folia Morphol*. 1996; 55: 306-8.
33. Lorkowski J., Brongel L., Hładki W., i WSP.: Odległe wyniki leczenia przzerwania ciągłości ścięgna Achillesa. *Pol. Prz. Chir.* 2007, 79: 745-757.
34. Bradley JP, Tibone JE: Percutaneous and open surgical repairs of Achilles tendon ruptures. A comparative study. *Am J Sports Med* 1990; 25: 177-81.
35. Astrom M, Gentz CF, Nilsson P, et al.: Imaging in chronic Achilles tendinopathy: a comparison of ultrasonography, magnetic resonance imaging and surgical findings in 27 histologically verified cases. *Skel Radiol* 1996; 25: 615-20.
36. Lorkowski J., Lorkowska B., Mazur T.: Zastosowanie pedobarografii w leczeniu rehabilitacyjnym po złamaniu kostki bocznej. *Ontogeneza i promocja zdrowia w aspekcie medycyny, antropologii i wychowania fizycznego*, Zielona Góra 2002: 302-305.
37. Wang CL, Hsu TC, Shau YW, et al. Ultrasonographic measurement of the mechanical properties of the sole under the metatarsal heads. *J Orthop Res* 1999; 17: 709-13.
38. Ciszek B. Morfologia i funkcja chrząstki stawowej. *Acta Clinica* 2001; 1: 10-15.
39. Tonniss D, Heinecke A. Acetabular and femoral anteversion: relationship with osteoarthritis of the hip. *J Bone Joint Surg* 1999; 81: 1747-70.