

Próba wykorzystania badania pedobarograficznego do oceny skuteczności rehabilitacji u osób z chorobą zwyrodnieniową stawów biodrowych

A Trial of the Use of Pedobarography in the Assessment of the Effectiveness of Rehabilitation in Patients with Coxarthrosis

Witold Rongies^{1,2(A,B,D,E,F,G)}, Agata Bąk^{1(A,B,D,E,F)}, Andrzej Lazar^{1(A,B,D,E,F,G)},
Włodzimierz Dolecki^{1(A,B,D,E)}, Tomira Kolanowska-Kenczew^{1(A,B,D)},
Janusz Sierdziński^{3(C,D,E)}, Andrzej Spychała^{4(C,D)}, Arkadiusz Krakowiecki^{5(A,D,G)}

¹ Zakład Rehabilitacji SP CSK Warszawa

² Zakład Rehabilitacji Oddział Fizjoterapii II WL WUM Warszawa

³ Zakład Informatyki Medycznej i Telemedycyny WUM Warszawa

⁴ Zakład Medycyny Nuklearnej SP CSK Warszawa

⁵ Klinika Gastroenterologii i Chorób Przemiany Materii SP CSK Warszawa

¹ Division of Rehabilitation, Independent Public Central Teaching Hospital, Warsaw

² Division of Rehabilitation, Department of Physiotherapy, 2nd Medical Faculty, Warsaw Medical University

³ Division of Computer Technology in Medicine and Telemedicine, Warsaw Medical University

⁴ Division of Nuclear Medicine, Independent Public Central Teaching Hospital, Warsaw

⁵ Department of Gastroenterology and Disorders of Metabolism

STRESZCZENIE

Wstęp. Badanie pedobarograficzne to zgodna z zasadami Evidence Based Medicine (EBM) metoda diagnostyczna umożliwiająca ilościowy, powtarzalny i jakościowy pomiar nacisków na każdym centymetrze kwadratowym podszwowej strony stopy oraz wychyleń środka ciężkości ciała z graficzno-liczbowym zapisem wyników. Celem pracy była ocena postępów wybranego modelu rehabilitacji na podstawie wyników rozkładu nacisków na podszwowej stronie stóp i wychyleń środka ciężkości ciała w badaniu pedobarograficznym oraz zmian odczuwania natężenia bólu u osób z rozpoznaną chorobą zwyrodnieniową stawów biodrowych.

Materiał i metody. Badaniami objęto grupę 21 pacjentów z rozpoznaną koksartrozą, w II° zaawansowania wg Altmana. Badanie pedobarograficzne- posturalne wykonywano bezpośrednio przed i po trwającej 15 dni rehabilitacji, wykorzystując elektroniczny Pedobarograf typ PEL 38 i komputerowy analizator obrazu z oprogramowaniem TWIN 99 w wersji 2.08.

Wyniki. W grupie badanych pacjentów, po zakończonym leczeniu usprawniającym, uzyskano statystycznie istotne obniżenie natężenia bólu, poprawę w zakresie zrównoważenia parametrów średniej i maksymalnej siły nacisku na podszwowej powierzchni obu stóp oraz zmniejszenie szybkości wychyleń środka ciężkości ciała.

Wnioski. 1. Po zastosowanym leczeniu usprawniającym w badanej grupie stwierdzono korelację obniżenia natężenia bólu z poprawą zrównoważenia obciążeń obu stóp oraz zmniejszenie szybkości wychyleń rzutu ogólnego środka ciężkości ciała. 2. Badanie pedobarograficzne może stanowić nowe narzędzie diagnostyczno-kontrolne w procesie rehabilitacji. 3. Pedobarografia dzięki łatwej powtarzalności i nieinwazyjnej charakterowi badania może stanowić wartościową próbę obiektywnego monitorowania postępów i efektów leczenia usprawniającego. 4. Osiągnięte wyniki zachęcają do kontynuacji badań opartych o większą grupę pacjentów, grupę kontrolną i zastosowania wieloetapowej prospektywnej kontroli wyników.

Słowa kluczowe: pedobarografia, rehabilitacja, choroba zwyrodnieniowa stawów biodrowych

SUMMARY

Background. Pedobarography is an evidence-based diagnostic method that allows quantitative, qualitative and repeatable measurement of pressures on every square centimetre of the sole area of the foot as well as centre of gravity sway, with graphic and numerical recording of results. The aim of the study was to assess the progress of a selected model of rehabilitation on the basis of subpedal pressure distribution and centre of gravity sway in pedobarographic examination as well as to evaluate changes in pain intensity in patients with a history of coxarthrosis.

Material and methods. The study included 21 patients with Altman grade 2 coxarthrosis. A postural pedobarographic examination was performed immediately before and after a 15-day course of rehabilitation with a PEL 38 electronic pedobarograph and computer image analyser with TWIN 99 software, version 2.08.

Results. Following the rehabilitation, the study group displayed a statistically significant reduction in pain intensity, improved balance between the average and maximum subpedal pressures of both feet as well as a decrease in the velocity of centre of gravity sway.

Conclusions. 1. A correlation between reduced pain intensity and improved balance of loads on both feet, as well as decreased velocity of centre of gravity sway were observed in the study group after the rehabilitation. 2. The pedobarographic examination may become a new method of diagnosis and follow-up in rehabilitation. 3. Pedobarography, owing to its ease of repeatability and non-invasiveness, may constitute a valuable attempt at objective monitoring of the progress of rehabilitation and its results. 4. The study results encourage further research based on a larger cohort of patients and a control group with a multi-stage prospective design.

Key words: pedobarography, rehabilitation, coxarthrosis

WSTĘP

Choroba zwyrodnieniowa jest jedną z najczęstszych form patologii stawów. Lokalizacja schorzenia może być różna, najczęściej dotyczy stawu biodrowego i/lub kolanowego. Choroba zwyrodnieniowa stawu biodrowego (koksartroza) może rozpocząć się w każdym wieku, ale zwykle dotyczy osobników w 6-8 dekadzie życia. Pierwsze objawy bólowe będące zwiastunem rozpoczynającej się dysfunkcji stawu biodrowego pojawiają się wcześniej u kobiet. Choroba ta w tym samym stopniu dotyczy obu płci, głównie rasy białej [1,2,3]. W wyniku postępu koksartrozy dochodzi do przewlekłego bólu okolicy stawu biodrowego lub kolanowego (w tej samej kończynie dolnej), znacznego obniżenia możliwości lokomocyjnych, upośledzenia funkcjonalnego, czego następstwem jest ograniczenie aktywności fizycznej i społecznej [3,4].

Etiopatogeneza nie jest do końca poznana, jednak wielu autorów podkreśla, że obok uwarunkowań morfologicznych, istotnym czynnikiem predysponującym do rozwoju choroby zwyrodnieniowej na tym poziomie układu ruchu, są biomechaniczne właściwości stawu biodrowego [5,6]. Nieprawidłowy rozkład obciążeń w tym stawie, sprzyja szybkiemu postępowi zmian zwyrodnieniowych. Konieczność amortyzacji nadmiernych naprężeń statycznych i dynamicznych zaburza mechanikę nie tylko tego stawu, ale i całego łańcucha kinematycznego kończyny dolnej i szkieletu osiowego. Analiza biomechaniki kończyny dolnej jest pomocnym elementem w ocenie etiologii i rozwijającej się dysfunkcji stawu biodrowego, jak również w monitorowaniu postępów jego leczenia [3,7,8].

Do obiektywizacji stanu funkcjonalnego kończyny dolnej, od niedawna, wykorzystuje się badanie pedobarograficzne (Ryc. 1). Jest to zgodna z zasadami Evidence Based Medicine (EBM) metoda diagnostyczna umożliwiająca ilościowy, jakościowy i powtarzalny pomiar siły nacisków na każdym centymetrze kwadratowym podszewki stopy. Metoda umożliwia jednocześnie obrazowanie wychyleń ogólnego środka ciężkości ciała oraz zapis zmian położenia środka nacisku stopy względem granic pola podparcia, z graficzno-liczbowym zapisem tych wyników [5,9,10]. Wyróżnia się trzy rodzaje badania pedobarograficznego: badanie statyczne, posturalne i dynamiczne [9,10]. Pomimo stosunkowo krótkiego czasu wykorzystywania tego badania, jego zastosowanie w wielu dziedzinach medycyny jest już dobrze udokumentowane. Nadal jednak brakuje doniesień dotyczących wykorzystania pedobarografii w monitorowaniu postępów i efektów leczenia rehabilitacyjnego [3,10].

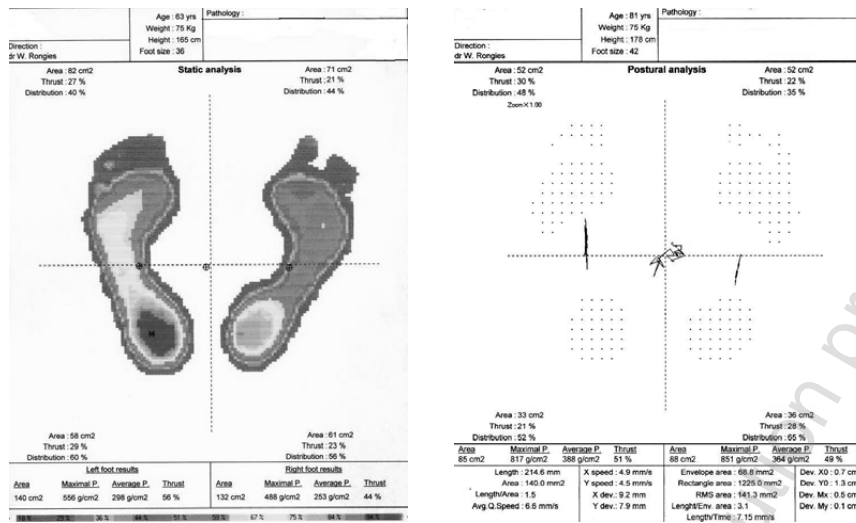
BACKGROUND

Degenerative disease, which may affect different joints, mainly hip and/or knee joint, is one of the most frequent joint pathologies. Degenerative disease of the hip joint (coxarthrosis) may develop at any age, but is most common in the 6th-8th decades of life, with pain as the first manifestation of hip joint dysfunction appearing earlier in women. The disease occurs in both sexes, mainly in Caucasians [1,2,3]. Progression of coxarthrosis causes chronic pain in the area of the hip or the ipsilateral knee joint, a significant reduction in locomotion and functional impairment, which consequently lead to limited physical and social activity [3,4].

The aetiopathogenesis of coxarthrosis is not fully understood. However, many authors stress that the biomechanical properties of the hip joint constitute, apart from morphological relationships, a significant predisposing factor for the development of degenerative disease in this part of the musculoskeletal system [5,6]. Disturbed load distribution in the hip joint is conducive to the progression of degenerative changes. The necessity to amortise excessive static and dynamic strain disturbs the mechanics of both the hip joint as well as the entire kinematic chain of the lower extremity and axial skeleton. Analysis of the biomechanics of the lower extremity aids the assessment of aetiology and developing dysfunction of the hip joint and helps monitor the progress of treatment [3,7,8].

The pedobarographic examination (Fig. 1) has recently emerged as a new method of objective assessment of the functional status of the lower extremity. It is an evidence-based diagnostic method that enables quantitative, qualitative and repeatable measurement of pressures on every square centimetre of the sole area of the foot as well as centre of gravity sway, with graphic and numerical recording of results. At the same time, it allows imaging centre of gravity sway as well as recording changes in the location of the centre of pressure of the foot relative to the borders of the support area, with graphic and numerical recording of these results as well [5,9,10]. Three types of pedobarographic examination can be distinguished, namely, statistical, postural and dynamic [9,10]. Even though this technique has not been available for long, the use of pedobarography in various fields of medicine is already well documented. However, there are still insufficient data concerning the use of pedobarography in monitoring the progress and outcomes of rehabilitation [3,10].

The aim of this study was to assess subpedal pressure distribution and centre of gravity sway by pedobarographic examination as well as to evaluate pain



Ryc. 1. Przykładowe zapisy badania pedobarograficznego obrazujące w obrazie po lewej stronie: rozkład siły nacisków na podszwowej stronie oraz po prawej: zapis wychyleń rzutu ogólnego środka ciężkości ciała oraz rzutu środka ciężkości na kończyny dolne

Fig. 1. Sample pedobarographic data representing subpedal pressure distribution (left image) and centre of gravity sway and centre of gravity projection on lower extremities (right image)

Celem pracy była ocena rozkładu siły nacisków na podszwowej stronie stóp oraz wychyleń ogólnego środka ciężkości ciała w badaniu pedobarograficznym, a także ocena natężenia bólu za pomocą skali VAS u pacjentów z rozpoznaną chorobą zwyrodnieniową stawu biodrowego przed i po zastosowaniu wybranego modelu rehabilitacji.

MATERIAŁ I METODY

Badaniem objęto grupę przypadkowo wybranych pacjentów leczonych w latach 2007/2008 w Zakładzie Rehabilitacji Samodzielnego Publicznego Centralnego Szpitala Klinicznego w Warszawie, z powodu dolegliwości bólowych okolicy stawu biodrowego, w przebiegu rozpoznanej koksartrozy. Grupę badanych stanowiło 21 pacjentów (w tym 17 kobiet i 4 mężczyzn) w wieku 48-78 lat (średni wiek: 62,4 lata). U wszystkich badanych zmiany zwyrodnieniowe stawu biodrowego, potwierdzono badaniem podmiotowym, przedmiotowym i radiologicznym (II° wg Altmana). U 16 pacjentów patologia dotyczyła prawego stawu biodrowego, u pozostałych 5, lewego. Wskaźnik masy ciała (Body Mass Index – BMI) wynosił średnio 26,57 z najniższą wartością 15,8 i najwyższą 41. Kryterium wykluczającym z badania było zgłoszenie przez badanych innych, współistniejących dolegliwości bólowych w obrębie układu narządu ruchu, zaawansowane patologie i deformacje w obrębie stóp, przyjmowanie leków przeciwbólowych w okresie 3 tygodni poprzedzających badanie, oraz występowanie skrócenia czynnościowego w obrębie kończyn dolnych przekraczające 15 mm.

intensity with a VAS scale in patients with a history of coxarthrosis before and after rehabilitation according to a specific model.

MATERIAL AND METHODS

The study included a group of randomly selected patients treated at the Rehabilitation Division of the Independent Public Central Teaching Hospital in Warsaw in the years 2007-2008 due to pain in the hip joint area associated with known coxarthrosis. The study group comprised 21 patients (17 females and 4 males) aged 47-78 years (average age 62.4). Degenerative changes in the hip joint had been confirmed in all patients on the basis of patient history physical examination and radiographic evidence (grade 2 according to Altman). The right hip joint was affected in 16 patients, and the left joint in the remaining 5. Body Mass Index (BMI) was 26.57 on average, ranging from 15.8 to 41. Patients reporting co-existing pain at other locations in the musculoskeletal system, advanced foot pathology and deformity as well as those taking analgesics during the 3 weeks preceding the examination and patients with functional leg length discrepancy of more than 15 mm were excluded from the study.

The examination was performed with a PEL 38 pedobarograph with computer image analyser and TWINN 99 software, version 2.08, on the first and

Do badania użyto pedobarografu typu PEL 38 z komputerowym analizatorem obrazu i oprogramowaniem TWIN 99 w wersji 2.08. Badanie przeprowadzono w pierwszym i ostatnim dniu leczenia rehabilitacyjnego zgodnie z przyjętą metodyką pomiarową. Wyniki rejestrowano przy częstotliwości (f) 100 Hz w czasie 30 sekund. Badanie wykonywano trzykrotnie i do analizy rejestrowano ich średnią wartość arytmetyczną. Dodatkowo wykonano u każdego pacjenta badania posturalne z zamkniętymi oczami.

Jednocześnie dokonano oceny poziomu natężenia bólu okolicy stawu biodrowego, z wykorzystaniem wzrokowo-analogowej skali VAS (Visual Analogue Score). Pacjenci deklarowali nie przyjmowanie żadnych leków analgetycznych w trakcie leczenia usprawniającego.

Ocenie i analizie poddano następujące parametry pedometryczne: Area (cm^2) – powierzchnia siły nacisku strony podeszwy stopy, Average Pressure (g/cm^2) – średnia siła nacisku w obrębie stopy, Trust (%) – procentowy udział w rozkładzie siły nacisków na podeszwy stóp obu stóp, Center of gravity – rzut ogólnego środka ciężkości ciała oraz Length / Time (mm/s) – stosunek sumy długości trajektorii wychyleń ogólnego środka ciężkości ciała do czasu 30 sekund, będący szybkością wychyleń rzutu ogólnego środka ciężkości ciała. Otrzymane wyniki poddano analizie statystycznej z wykorzystaniem T-Studenta. Za poziom istotności przyjęto $p < 0,05$.

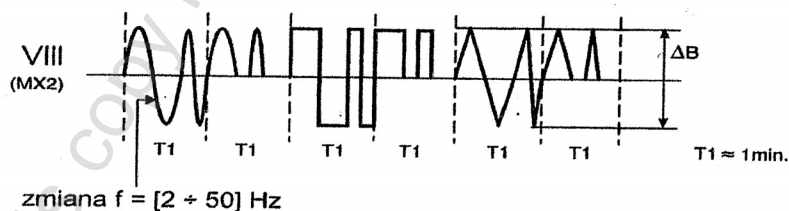
Program fizjoterapeutyczny był jednolity dla wszystkich badanych pacjentów i był realizowany przez 15 dni (5 dni w tygodniu). Obejmował on: magnetoterapię wolnozmiennym polem magnetycznym o stale zmieniających się parametrach w ciągu jednej minuty w zakresie $f=2-50\text{Hz}$, intensywności pola od 2,5 do 5mT, kształtu pola i czasie trwania zabiegu 12 minut (Ryc. 2), wyciąg osiowy stawu biodrowego z indywidualnym dostosowaniem siły odciążającej, (Ryc. 3), krioterapię miejscową z wykorzystaniem par wrzącego azotu, ćwiczenia czynne w odciążeniu

last day of the rehabilitation in accordance with the adopted measurement methods. Data were recorded at a frequency (f) of 100 Hz during 30 seconds. The examination was repeated three times and mean arithmetic values of the measurements were used in the analysis. Additionally, every patient underwent a postural examination with eyes closed.

Pain intensity in the hip joint was simultaneously evaluated with a visual-analogue (VAS) scale. Patients denied taking any analgesics during the rehabilitation.

The following podometric parameters were assessed and analysed: Area (cm^2) – area of subpedal pressure, Average Pressure (g/cm^2) – average pressure of the foot, Thrust (%) – percentage share in subpedal pressure distribution in both feet, Centre of gravity - projection of the body's centre of gravity, as well as Length / Time (mm/s) - the total length of the trajectory of body sway divided by 30 seconds, representing the velocity of centre of gravity sway. The results were subjected to a statistical analysis performed with the use of the Student t test. The level of significance was $p < 0.05$.

The physiotherapeutic regiment was administered over 15 days (5 days a week) and was the same for all patients. It included slowly alternating magnetic field therapy, with parameters shifting constantly over one minute within a frequency range of $f=2-50\text{Hz}$, field intensity range of 2.5 to 5mT, field shape and procedure duration of 12 minutes (Fig.2); axial traction of the hip joint with individual adjustment of the unloading force (Fig.3); local boiling nitrogen cryotherapy; active non-weight-bearing exercises, active exercises with resistance to the abductor muscles of the affected hip joint; as well as proprioception exercises for the lower extremities (Fig. 2).



Ryc. 2. Charakterystyka wolnozmiennego pola magnetycznego zastosowanego w programie rehabilitacji
Fig. 2. Characteristics of the slowly alternating magnetic field applied in the rehabilitation programme

i czynne z oporem dla mięśni odwodzicieli stawu biodrowego po stronie koksartrozy oraz ćwiczenia propriocepcji kończyn dolnych (Ryc. 2).

WYNIKI

W badanej grupie pacjentów poziom natężenia bólu (mierzony skalą VAS) okolicy stawu z rozpoznaną koksartrozą przed rozpoczęciem rehabilitacji, był stosunkowo wysoki i zawierał się w przedziale od 50 do 100 mm (średnio 74 mm). Po zakończeniu leczenia usprawniającego dokonano ponownego pomiaru, uzyskując jego znamienne obniżenie. Średnie wartości natężenia bólu w grupie wyniosły 31 mm. Najmniejsza zaobserwowana wartość wynosiła 10 mm, a najwyższa tylko 60 mm. Najmniejsze obniżenie wartości natężenia bólu (20 mm) obserwowano tylko u jednej pacjentki. Chora ta zgłaszała przed leczeniem ból ekstremalny (100 mm). U pozostałych badanych stwierdzono spadek wartości natężenia bólu przynajmniej o 30-40 mm w stosunku do wartości wyjściowych. Przeprowadzona analiza statystyczna wykazała istotne obniżenie natężenia bólu po zakończeniu leczenia usprawniającego ($p < 0.001$).

Na podstawie analizy uzyskanych wyników, procentowego udziału rozkładu siły nacisku na podszwowej stronie stóp (Thrust %) przed rehabilitacją stwierdzono, iż największa różnica wynosiła 26%, najmniejsza 2%, a średnia wartość pomiędzy wszystkimi badanymi 9,3%. Po zakończonej rehabilitacji maksymalna różnica w powierzchni obciążenia stóp po stronie podszwowej osiągnęła wartość 18%, a najmniejsza 0%. Średnia różnica wynosiła 5,7%, co oznaczało bardziej symetryczne obciążanie kończyn dolnych (Tab. 2 i Tab. 3).

RESULTS

Before the rehabilitation, pain intensity (measured with the VAS scale) in the affected hip joint of the patients was relatively high and ranged from 50 to 100 mm (74 mm on average). Repeat measurement made after the rehabilitation showed a significant reduction in pain intensity with an average value of 31 mm and a range of 10 to 60 mm. The slightest reduction in pain intensity (20 mm) was observed in one patient only who had reported extreme pain (100 mm) before the rehabilitation. The other the patients indicated a decrease in pain intensity of at least 30-40 mm in relation to the baseline values. Statistical analysis showed a significant reduction in pain intensity following the treatment ($p < 0.001$).

An analysis of percentage shares of subpedal pressure distribution (Thrust %) before rehabilitation showed that the highest difference was 26%, the lowest - 2%, and the average difference for all subjects was 9.3%. After the rehabilitation, the maximum difference in foot loading area was 18, whereas the lowest was 0%. The average difference was 5.7%, which meant more symmetric loading of the lower extremities (Tables 2 and 3).

The subpedal pressure area (Area – cm²) was the next parameter assessed in the postural pedobarographic examination. Following the rehabilitation, a more symmetric distribution within lower extremities was observed also with respect to this parameter. The highest difference in the analysed results of the loading area before the rehabilitation was 27 cm²,

Tab. 1. Wartości średnie natężenia bólu okolicy stawu biodrowego, z rozpoznaną koksartrozą z zastosowaniem wzrokowo-analogowej skali VAS, przed i po leczeniu usprawniającym

Tab. 1 Average pain intensity in the affected hip joint according to the VAS scale before and after the rehabilitation

LICZBA PACJENTÓW NUMBER OF PATIENTS	VAS PRZED REHABILITACJĄ BASELINE VAS (BEFORE REHABILITATION)	VAS PO REHABILITACJI VAS AFTER REHABILITATION	RÓŻNICA DIFFERENCE
n-21	74(mm)	31(mm)	44(mm)

Tab. 2. Średnie wartości procentowego udziału rozkładu siły nacisku na podszwowej stronie stóp (Thrust – %) przed zastosowaniem leczenia rehabilitacyjnego

Tab. 2. Mean percentage shares of subpedal pressure distribution (Thrust – %) before the rehabilitation

LICZBA PACJENTÓW NUMBER OF PATIENTS	KOŃCZYNA DOLNA Z KOKSARTROZĄ PRZED LECZENIEM AFFECTED LOWER EXTREMITY BEFORE REHABILITATION	KOŃCZYNA DOLNA ZDROWA PRZED LECZENIEM HEALTHY LOWER EXTREMITY BEFORE REHABILITATION	RÓŻNICA DIFFERENCE
n-21	47.1(%)	52.9(%)	9.3(%)

Kolejnym ocenianym parametrem badania posturalnego, z wykorzystaniem pedobarografu była powierzchnia siły nacisku na podszwowej stronie stóp (Area – cm²). Po zakończeniu leczenia usprawniającego również w zakresie tego parametru uzyskano bardziej symetryczny rozkład w obrębie kończyn dolnych. Największa różnica w analizowanych wynikach powierzchni obciążania przed rehabilitacją miała wartość 27 cm², a najmniejsza 1 cm² (średnio – 10,9 cm²). Po zakończonym leczeniu usprawniającym wartości te odpowiednio wynosiły 18 cm² i 1 cm² (średnio 9,7 cm²) (Tab. 4 i Tab. 5).

Poddane analizie statystycznej (test t-Studenta) wyniki rozkładu powierzchni siły nacisku na podszwowej stronie stóp (Area – cm²) oraz procentowego udziału rozkładu siły nacisku na podszwowej stronie stóp (Thrust – %) nie uległy istotnym zmianom.

Kolejnym parametrem badania pedobarograficznego, który w założeniach badawczych miał potwierdzić jego przydatność w obiektywnym kontrolowaniu wyników leczenia rehabilitacyjnego, były wartości średnich sił nacisków na podszwowej stronie stóp (Average Pressure – g/cm²). Wśród 21 badanych pacjentów przed rehabilitacją największa różnica w średniej sile nacisku stóp wynosiła 358 g/cm², najmniejsza – 7 g/cm² (średnio, 58,7 g/cm²). Po zastosowanym le-

whereas the lowest amounted to 1 cm² (10.9 cm² on average). After the rehabilitation, these values were 18 cm² and 1 cm² respectively (9.7 cm² on average) (Tables 4 and 5).

No significant changes in subpedal pressure distribution (Area – cm²) and percentage shares of subpedal pressure distribution (Thrust – %) were revealed in statistical analysis (Student's t test).

Average subpedal pressures (Average Pressure – g/cm²) were another parameter assessed in the pedobarographic examination which, according to the assumptions of the study, was expected to prove its usefulness in objective monitoring of the outcomes of rehabilitation. The most significant difference in average foot pressure in the 21 subjects before the rehabilitation was 358 g/cm², whereas the least significant difference was 7 g/cm² (58.7 g/cm² on average). After the rehabilitation, the highest and the lowest differences were 263 g/cm² and 1 g/cm² respectively (28.7 g/cm² on average) (Tables 6 and 7).

Student's t test showed a significant difference of reduction in the mean value of foot pressure (Average Pressure) following the physiotherapeutic treatment (p<0.05).

The last parameter that was analysed thoroughly was the velocity of body sway (Length/Time – mm/

Tab. 3. Średnie wartości procentowego udziału rozkładu siły nacisku na podszwowej stronie stóp (Thrust – %) po zastosowaniu leczenia rehabilitacyjnego

Tab. 3. Mean percentage shares of subpedal pressure distribution (Thrust – %) after the rehabilitation

LICZBA PACJENTÓW NUMBER OF PATIENTS	KOŃCZYNA DOLNA Z KOKSARTROZĄ PO LECZENIU AFFECTED LOWER EXTREMITY AFTER REHABILITATION	KOŃCZYNA DOLNA ZDROWA PO LECZENIU HEALTHY LOWER EXTREMITY AFTER REHABILITATION	RÓŻNICA DIFFERENCE
n-21	48,6(%)	51,4(%)	5,7(%)

Tab. 4. Wartości średnie powierzchni siły nacisku na podszwowej stronie stopy (Area – cm²) przed zastosowaniem leczenia rehabilitacyjnego

Tab. 4. Mean values of the subpedal pressure area (Area – cm²) before the rehabilitation

LICZBA PACJENTÓW NUMBER OF PATIENTS	KOŃCZYNA DOLNA Z KOKSARTROZĄ PRZED LECZENIEM AFFECTED LOWER EXTREMITY BEFORE REHABILITATION	KOŃCZYNA DOLNA ZDROWA PRZED LECZENIEM HEALTHY LOWER EXTREMITY BEFORE REHABILITATION	RÓŻNICA DIFFERENCE
n-21	117,3cm ²	124,7 cm ²	10,9 cm ²

Tab. 5. Wartości średnie powierzchni siły nacisku na podszwowej stronie stopy (Area – cm²) po zastosowaniu leczenia rehabilitacyjnego

Tab. 5. Mean values of the subpedal pressure area (Area – cm²) after the rehabilitation

LICZBA PACJENTÓW NUMBER OF PATIENTS	KOŃCZYNA DOLNA Z KOKSARTROZĄ PO LECZENIU AFFECTED LOWER EXTREMITY AFTER REHABILITATION	KOŃCZYNA DOLNA ZDROWA PO LECZENIU HEALTHY LOWER EXTREMITY AFTER REHABILITATION	RÓŻNICA DIFFERENCE
n-21	122,7cm ²	127,4cm ²	9,7 cm ²

czeniu usprawniającym największa różnica w średniej sile nacisku stóp wynosiła 263 g/cm², najmniejsza 1 g/cm² (średnio, 28,7 g/cm²) (Tab. 6 i Tab. 7).

Analiza statystyczna z wykorzystaniem testu t-Studenta wykazała znamiennej różnicę obniżenia średniej wartości nacisków w obrębie stóp (Average Pressure) po zastosowanym leczeniu fizjoterapeutycznym ($p < 0.05$).

Ostatnimi wynikami, które poddane zostały wnikliwej analizie były wartości określające szybkość wychyleń rzutu ogólnego środka ciężkości ciała (Length/Time – mm/s). W celu próby oceny wpływu prowadzonych ćwiczeń propriocepcji w ramach programu leczenia usprawniającego, badanie pedobarografii przeprowadzono w dwóch wersjach: z otwartymi i zamkniętymi oczami. Przed rozpoczęciem rehabilitacji szybkość wychyleń rzutu ogólnego środka ciężkości ciała z zamkniętymi oczami, wynosiła: największa 3,42 mm/s, najmniejsza 0,5 mm/s (średnio, 1,25 mm/s), a z otwartymi oczami odpowiednio 2,64 mm/s i najmniejsza 0,33 mm/s (średnio, 0,99 mm/s). Po usprawnianiu leczniczym uzyskano obniżenie parametru Length/Time zarówno z zamkniętymi i otwartymi oczami: odpowiednio największa wartość 2,49 mm/s, najmniejsza 0,32 mm/s, (średnio 0,96 mm/s) i największa 1,04 mm/s, najniższa prędkość wychyleń 0,37 mm/s (średnio: 0,75 mm/s). (Tab. 8. i Tab. 9).

W przeprowadzonej analizie statystycznej z wykorzystaniem testu T-studenta wykazano znamiennej różnicę obniżenia szybkości wychyleń ogólnego środka ciężkości (Length/Time) w badanej grupie, po zastosowanym leczeniu fizjoterapeutycznym ($p < 0.05$). Istotność ta dotyczyła jednak wyłącznie wersji badania z zamkniętymi oczami.

s). In order to assess the effects of the proprioception exercises performed as part of the rehabilitation programme, pedobarographic examinations were carried out with the patient's eyes closed and open. Before the rehabilitation, the velocity of body sway with eyes closed ranged from 3.42 mm/s to 0.5 mm/s (1.25 mm/s on average), whereas the highest and lowest velocity with eyes open was 2.64 mm/s and 0.33 mm/s, respectively (0.99 mm/s on average). Following the rehabilitation, a reduction in the Length/Time parameter was observed both with eyes closed and open, with the highest and lowest values of 2.49 mm/s and 0.32 mm/s, respectively, for eyes closed (0.96 mm/s on average), and 1.04 mm/s and 0.37 mm/s for eyes open (0.75 mm/s on average). (Tables 8 and 9).

Student's t test revealed a significant difference in the reduction in the velocity of body sway (Length/Time) in the study group following the physiotherapeutic treatment ($p < 0.05$). However, it was only observed in the test with eyes closed.

Tab. 6. Średnie wartości średnich sił nacisku na podszwowej stronie stóp (Average Pressure – g/cm²) przed zastosowaniem leczenia rehabilitacyjnego

Tab. 6. Mean average subpedal pressures (Average Pressure – g/cm²) before the rehabilitation

LICZBA PACJENTÓW NUMBER OF PATIENTS	KOŃCZYNA DOLNA Z KOKSARTROZĄ PRZED LECZENIEM AFFECTED LOWER EXTREMITY BEFORE REHABILITATION	KOŃCZYNA DOLNA ZDROWA PRZED LECZENIEM HEALTHY LOWER EXTREMITY BEFORE REHABILITATION	RÓŻNICA DIFFERENCE
n-21	312.3g/cm²	313.8g/cm²	58.7g/cm²

Tab. 7. Średnie wartości średnich sił nacisku na podszwowej stronie stóp (Average Pressure – g/cm²) po zakończeniu leczenia rehabilitacyjnego

Tab. 7. Mean average subpedal pressures (Average Pressure – g/cm²) after the rehabilitation

LICZBA PACJENTÓW NUMBER OF PATIENTS	KOŃCZYNA DOLNA Z KOKSARTROZĄ PO LECZENIU AFFECTED LOWER EXTREMITY AFTER REHABILITATION	KOŃCZYNA DOLNA ZDROWA PO LECZENIU HEALTHY LOWER EXTREMITY AFTER REHABILITATION	RÓŻNICA DIFFERENCE
n-21	306.8g/cm²	299.2g/cm²	28.7g/cm²

Tab. 8. Średnie wartości, szybkości wychyleń rzutu ogólnego środka ciężkości ciała (Length/Time – mm/s) z zamkniętymi oczami przed i po rehabilitacji

Tab. 8. Mean velocity of body sway (Length/Time – mm/s) with eyes closed before and after the rehabilitation

LICZBA PACJENTÓW NUMBER OF PATIENTS	BADANIE Z ZAMKNIĘTYMI OCZAMI PRZED REHABILITACJĄ EXAMINATION WITH EYES CLOSED BEFORE REHABILITATION	BADANIE Z ZAMKNIĘTYMI OCZAMI PO REHABILITACJI EXAMINATION WITH EYES CLOSED AFTER REHABILITATION	RÓŻNICA DIFFERENCE
n- 21	1.25 mm/s	0.96 mm/s	0.29 mm/s

Tab. 9. Średnie wartości, szybkości wychyleń rzutu ogólnego środka ciężkości ciała (Length/Time – mm/s) z otwartymi oczami przed i po rehabilitacji

Tab. 9. Mean velocity of body sway (Length/Time – mm/s) with eyes open before and after the rehabilitation

LICZBA PACJENTÓW NUMBER OF PATIENTS	BADANIE Z OTWARTYMI OCZAMI PRZED REHABILITACJĄ EXAMINATION WITH EYES OPEN BEFORE REHABILITATION	BADANIE Z OTWARTYMI OCZAMI PO REHABILITACJI EXAMINATION WITH EYES OPEN AFTER REHABILITATION	RÓŻNICA DIFFERENCE
n- 21	0.99 mm/s	0.75 mm/s	0.24 mm/s

DYSKUSJA

Pedobarografia przez wielu badaczy określana jest jako wartościowe i odpowiednie narzędzie diagnostyczne, które może być wykorzystywane w różnych dziedzinach medycznych. W pracach, które udało się autorom tej publikacji odszukać, badanie do służyło tylko do obiektywnego potwierdzenia wpływu różnych patologii w obrębie narządu ruchu na rozkład sił nacisku na podszwowej powierzchni stóp oraz zachowań rzutów środka ciężkości ciała. Przykładem są wyniki pracy Kul-Panza i Berkera. Autorzy tej pracy w grupie 48 pacjentów z gonartrozą wykazali statystycznie mniejsze (wyrażone w procentach), naciski w obrębie tyłostopia oraz mniejsze maksymalne naciski na podszwowej stronie przodostopia podczas chodu, w porównaniu ze zdrową 30 osobową grupą kontrolną. Ciekawym i korespondującym z prezentowanym badaniem są inne wyniki tej samej obserwacji, w której wykazano, iż poziom odczuwanego bólu jest wprost proporcjonalny do wartości wychyleń rzutów ogólnego środka ciężkości ciała oraz odwrotnie proporcjonalnie do maksymalnego obciążenia tyłostopia w obu kończynach w grupie osób z gonartrozą [21]. Podobną zależność uzyskano w prezentowanym badaniu. Zrównoważenie sił nacisku w obrębie podszwowej stóp oraz bardziej symetryczny procentowy udział w obciążeniu poszczególnych części powierzchni obu stóp, był wprost proporcjonalny do natężenia odczuwanego bólu w okolicy stawu biodrowego.

Przykładem wykazującym istotne różnice w podstawowych parametrach pedometrycznych pomiędzy „zdrowymi” i „chorymi” kończynami dolnymi w warunkach statycznych i dynamicznych są wyniki badania Cichego, Wilka i Śliwińskiego. Obserwowaną

DISCUSSION

Many researchers regard pedobarography as a valuable and suitable diagnostic tool that can be used in various fields of medicine. In the studies reviewed by the authors of this paper, the aim of pedobarographic examination was solely to provide an objective confirmation of the effects of various musculoskeletal pathologies on subpedal pressure distribution, and patterns of behaviour of the centre of gravity. Let us consider the results obtained by Kul-Panza and Berker as an example of such studies. The researchers observed statistically lower pressures in the rear foot (expressed in percentages) and lower maximum subpedal pressures of the plantar part of the antetarsus during gait in a study group comprising 48 patients with gonarthrosis compared to 30 healthy controls. Certain other outcomes of their study are interesting and similar to those obtained in the present study, namely that the level of pain intensity in patients with gonarthrosis was proportional to the values of body sway and inversely proportional to the maximum loading of the rear foot in both extremities [21]. A similar correlation was seen in the present study. Balanced subpedal pressures and greater symmetry of the percentage distribution of load among individual parts of both feet were proportional to the intensity of pain in the hip joint.

A study carried out by Cichy, Wilk and Śliwiński showed significant differences in the primary podometric parameters between healthy and unhealthy lower extremities in static and dynamic conditions. The study group included patients with advanced coxarthrosis referred for total hip replacement surgery. A pedobarographic examination performed in static conditions before the procedure did not reveal

grupę stanowili chorzy z zaawansowaną koksartrozą zakwalifikowani do zabiegu endoprotezoplastyki. W badaniu pedobarograficznym w warunkach statycznych, wykonanym przed zabiegiem, nie wykazano istotnych statystycznie asymetrii w zakresie maksymalnych nacisków w obrębie stopy pomiędzy kończynami. Różnice w obciążeniu pojawiły się w badaniu wykonanym w 1 miesiąc po operacji. Asymetria obciążeń wynikała głównie ze zmniejszenia nacisków po stronie kończyny, w której dokonano wszczepienia endoprotezy [22].

W innym badaniu Cichego i Wilka przeprowadzonym w grupie 30 osób w wieku 51-78 lat z rozpoznaną chorobą zwyrodnieniową stawu biodrowego, analizowano parametry chodu z użyciem pedobarografii w warunkach statycznych i dynamicznych. Wykazano statystycznie istotną różnicę pomiędzy obciążeniem obu kończyn w warunkach dynamicznych. Obserwowano również znacząco mniejsze wartości powierzchni całkowitej nacisku stopy po stronie podszwowej w kończynie z koksartrozą [23].

Ciekawych dowodów na temat różnic w wybranych parametrach pedograficznych w grupach osób z rozpoznanymi zmianami zwyrodnieniowymi w obrębie kończyn dolnych dostarcza badanie Tuna i wsp. Grupę badaną stanowiło 50 chorych z przewlekłe trwającą chorobą reumatoidalną, a grupę kontrolną 50 zdrowych osobników. Wykonano statyczne i dynamiczne badanie pedobarograficzne w całej wybranej populacji. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono znaczącą różnicę pomiędzy badanymi grupami. Wszystkie parametry uzyskane w badaniu dynamicznym, wykluczając jedynie wartości dotyczące powierzchni stóp, znacząco różniły się pomiędzy badanymi grupami. W warunkach statycznych obserwowano wyższe wartości sił nacisku i powierzchni w przedniej części stopy. Poza tym zaobserwowano zależność pomiędzy stopniem zaawansowania zmian destrukcyjnych w stopie, a maksymalną siłą nacisku w okolicy przodostopia w warunkach statycznych i dynamicznych [24]. Również i w tym badaniu znajdujemy potwierdzenie o niekorzystnym wpływie zmian patologicznych w obrębie narządu ruchu, na wartości wybranych parametrów pedobarograficznych.

Kolejnym przykładem możliwości zastosowania pedobarografii u pacjentów ze zmianami zwyrodnieniowymi stawu biodrowego jest praca Lorkowskiego. W badaniu tym stwierdzono u większości pacjentów zwiększenie nacisków w obrębie bocznej i centralnej części śródstopia oraz w obrębie przedniej i tylnej części tyłostopia pod stopą przeciwną do biodra z zaawansowanymi zmianami o charakterze koksartrozy. Po stronie z nasilonymi dolegliwościami bó-

statycznie significant asymmetries between the extremities with respect to maximum pressures within the foot. Differences in loading were seen in an examination carried out one month after the surgery. The loading asymmetry resulted mainly from reduced pressures in the extremity with the endoprosthesis [22].

In another study of Cichy and Wilk, gait parameters were analysed by static and dynamic pedobarography in a group of 30 patients aged 51-78 years with a history of coxarthrosis. A statistically significant difference in loading of both feet was demonstrated under dynamic conditions. Moreover, significantly lower values of the total subpedal pressure area were observed in the extremity affected by coxarthrosis [23].

A study by Tuna et al. has provided interesting data concerning differences in selected pedographic parameters in groups of patients with known degenerative changes in the lower extremities. The study group consisted of 50 patients with chronic rheumatoid disease, whereas the controls were 50 healthy individuals. The cohort underwent a static and dynamic pedobarographic examination which demonstrated a considerable difference between the groups. All parameters obtained from the dynamic examination, with the exception of those pertaining to the foot area, differed considerably between the groups. Higher pressures and greater surface areas in the front part of the foot were observed in static conditions. Moreover, a correlation between the degree of severity of destructive changes in the foot and maximum pressure in the antetarsus was seen under static and dynamic conditions [24]. This study also proved the negative effects of musculoskeletal pathology on the values of the selected pedobarographic parameters.

Lorkowski's study constitutes another example of the possible use of pedobarography in patients with degenerative changes in the hip joint. Most of the participants in that study displayed increased pressures in the lateral and central part of the metatarsus as well as in the front and rear part of the rear foot under the foot contralateral to the hip with advanced coxarthrosis. In the majority of the patients, decreased pressures were observed in the limb with severe hip pain (coxalgia). Only in 25% of the subjects subpedal pressures in both feet did not differ more than in the controls [6].

With respect to the above findings, a significant increase in average subpedal pressures (Average Pressure) in the extremity free of advanced coxarthrotic changes was observed in the majority of our subjects as well. The results changed immediately after the end of the rehabilitation, with a statistically significant improvement with regard to more symmetric distribution of these pressures in both extremities.

lowymi (koksalgia) stwierdzono zmniejszenie nacisków w większości badanych. Tylko u 25% pacjentów naciski na podszwowej stronie obu stóp nie różniły się między sobą bardziej niż w grupie kontrolnej [6].

Odnosząc się do przedstawionych wyników Lorkowskiego, również u większości badanych przez nas pacjentów z koksartrozą, stwierdzono istotne zwiększenie średniej siły nacisków na podszwowej stronie stóp (Average Pressure) w kończynie bez zaawansowanych zmian zwyrodnieniowych stawu biodrowego. Wyniki uległy zmianie bezpośrednio po zakończeniu rehabilitacji, po której obserwowano statystycznie istotną poprawę w zakresie bardziej symetrycznego rozkładu tych sił w obu kończynach.

Choroba zwyrodnieniowa stawu biodrowego obarczona jest stosunkowo dużym stopniem progresji a diagnostyka tego schorzenia jest niejednokrotnie utrudniona, ponieważ obraz radiologiczny nie zawsze koreluje z objawami klinicznymi [6,18]. Pedobarografia stwarza więc możliwość oceny procesów przeciążeniowych na podstawie analizy rozkładu siły nacisków w poszczególnych strefach podszwowej strony stóp [6,12,15,19].

W przedstawionym badaniu pacjenci z koksartrozą potwierdzali, stwierdzaną w pedobarografii, poprawę rozkładu sił nacisku na podszwowej stronie stopy po zakończonym leczeniu rehabilitacyjnym. Osiągnięte, z punktu widzenia statyki ciała człowieka, korzystniejsze wyniki bardziej symetrycznego rozkładu sił nacisku na podszwowej stronie stóp, wyraźnie korelowały ze zmniejszeniem odczuwania natężenia bólu w okolicy leczonego stawu biodrowego. Również zmniejszenie szybkości wychyleń ogólnego środka ciężkości ciała badanych po przeprowadzonej rehabilitacji, świadczy o poprawie propriocepcji w obrębie kończyn dolnych oraz optymalizacji procesów związanych ze strategią utrzymywania równowagi.

Subiektywne odczucia chorych oraz obiektywne wyniki pedobarografii stanowią wyraźną zachętę do kontynuowania tego typu badań w celu uzyskania możliwości obiektywizacji wyników leczenia i to nie tylko leczenia usprawniającego. Pedobarografia może w niedługim czasie stać się nowym i cennym narzędziem diagnostyczno-kontrolnym w procesie rehabilitacji. W oparciu o wyniki tego badania będzie można podejmować próby tworzenia optymalnych programów leczenia.

WNIOSKI

1. Po zastosowanym leczeniu usprawniającym w badanej grupie stwierdzono korelację obniżenia natężenia bólu z poprawą zrównoważenia obciążeń

Coxarthrosis has a relatively high degree of progression, and its diagnosis is often hindered since radiographic images do not always correlate with clinical symptoms [6,18]. Therefore, pedobarography enables an assessment of overloading processes based on the analysis of pressure distribution in individual parts of the sole area of the foot [6,12,15,19].

In the present study, patients with coxarthrosis confirmed the improvement in subpedal pressures distribution which was observed in the pedobarographic examination following the rehabilitation. A more symmetric subpedal pressure distribution observed in the study, which is more beneficial from the point of view of human body statics, clearly correlated with decreased pain intensity in the area of the treated hip joint. Decreased velocity of body sway after the rehabilitation also testifies to an improvement in proprioception within the lower extremities and optimisation of the processes related to the strategy of maintaining balance.

Subjective opinions of the patients together with the objective results of the pedobarographic examination constitute a clear incentive for continuing this type of studies in order to enable an objective assessment of the results of treatment, not limited to rehabilitation. Pedobarography may soon become a new and valuable tool of diagnosis and follow-up in the process of rehabilitation. On the basis of the findings of the present study, it will be possible to attempt to create optimum treatment programmes.

CONCLUSIONS

1. A correlation between reduced pain intensity and improved loading balance of the feet, normalisation of location as well as decreased velocity of

- obu stóp, normalizacją położenia oraz zmniejszeniem szybkości wychyleń rzutu ogólnego środka ciężkości ciała.
2. Badanie pedobarograficzne może być wykorzystywane do planowania indywidualnych ćwiczeń propriocepcji, uwzględniających obciążenie stref odciążonych oraz przeciążonych na podszwowej stronie stóp.
 3. Przedstawione wyniki stanowią podstawę do kontynuacji badań opartych o większą grupę osób, grupę kontrolną i zastosowania wieloetapowej prospektywnej kontroli wyników.
- centre of gravity sway was demonstrated in the study group following the rehabilitation.
2. The pedobarographic examination can be used for planning individual proprioception exercises, including loading of the weight-bearing and non-weight-bearing parts of the plantar areas of the foot.
 3. The findings of this study constitute the grounds for further studies on a larger cohort of patients and a control group with a multi-stage prospective design.

PIŚMIENNICTWO / REFERENCES

1. Błaszczyk JW. Biomechanika kliniczna – podręcznik dla studentów medycyny i fizjoterapii. Wydanie I. Wydawnictwo Lekarskie PZWL Warszawa, 2004.
2. Cavanagh PR, Michiyoshi AE. A technique for the display of pressure distributions beneath the foot. *J Biomech* 1980; 13: 69
3. Hughes J. The clinical use of pedobarography. *Acta Orthop Belg* 1993; 59: 10
4. Dieppe P. Management of hip osteoarthritis. *BMJ* 1995; 311 (7009): 853-857
5. Hinton R, Moody RL, Davis AW, Thomas SF. Osteoarthritis: diagnosis and therapeutic considerations. *Am Fam Phys* 2002; 65 (5): 841-848
6. Lorkowski J. Ocena rozkładu nacisków na podszwowej stronie stop u chorych ze zmianami zwyrodnieniowymi stawów biodrowych. *Ortopedia i traumatologia u progu nowego Millenium*. Bydgoszcz, 2002.
7. Gelber AC, Hochberg MC, Mead LA, Wang NY, Wigley FM, Klag MJ. Joint injury in young adults and risk for subsequent knee and hip osteoarthritis. *Ann Inter Med* 2000; 133 (5): 321-8
8. Cizek B. Morfologia i funkcja chrząstki stawowej. *Acta Clinica* 2001; 1 (1): 10-15
9. Hip biomechanics and the control of posture. Available on: <http://moon.ouhsc.edu> (z dn. 12.03.09).
10. Okafor B. Biomechanics of the hip and hip prosthesis. Available on: <http://www.fractures.com> z dnia 10.03.09
11. Lorkowski J, Mazur T. Rozkład nacisków na podszwowej stronie stopy u osób otyłych. *Scripta Periodica* 2000; 2 (Suppl. 1): 883
12. Blomgren M, I Turan I, Agadir M. Gait analysis in hallux valgus. *J Foot Surg* 1991; 30: 70-71
13. Cavanagh PR, Rodgers MM, Iiboshi A. Pressure distribution under symptom-free feet during barefoot standing. *Foot Ankle* 1987; 7: 243
14. Kernozek TW, Roehrs TD, McGarvey S. Analysis of plantar loading parameters pre and post surgical intervention for hallux valgus. *Clin Biomech* 1997; 12: 3
15. Kernozek TW, LaMott EE, Dancisak MJ. Reliability of an in-shoe pressure measurement system during treadmill walking. *Foot Ankle Inter* 1996; 17: 204-209
16. Lorkowski J. Statyczne i posturalne badanie pedobarograficzne w diagnostyce stóp z koślawym ustawieniem paluchów. Praca doktorska UJ, Kraków, 2004.
17. Lorkowski J, Mazur T, Skawina A. Underfoot pressure distribution in patients after ankle injury. *Acta Polish Clin Anat* 2003; 6: 152
18. Creamer P, Hochberg MC. Osteoarthritis. *Lancet* 1997; 350 (9076): 505-509
19. Radło W, Lorkowski J. Zastosowanie kliniczne badań nacisków stopy na podłoże za pomocą Emed-systemu w diagnostyce wad i chorób stóp. *Chir Narz Ruchu Ort Pol* 1999; 64 (5): 555-560
20. <http://www.carolina.pl/article.php?id=62> z dnia 16.03.09
21. Kul-Panza E, Berker N. Pedobarographic findings in patients with knee osteoarthritis *Am J Phys Med Rehabil*. 2006 Mar; 85 (3): 228-33
22. Cichy B, Wilk M, Sliwiński Z. Changes in gait parameters in total hip arthroplasty patients before and after surgery. *Med Sci Monit* 2008; 14 (3): CR159-69
23. Cichy B, Wilk M. Gait analysis In osteoarthritis of the hip. *Med Sci Monit* 2006; 12 (12): CR507-513
24. Tuna H, Birtane M, Tastekin N, Kokino S. Pedobarography and its relation to radiologic erosion score in rheumatoid arthritis. *Rheumatol Int* 2005; 26 (1): 42-7.

Liczba słów/Word count: 6187

Tabele/Tables: 9

Ryciny/Figures: 2

Piśmiennictwo/References: 24

Adres do korespondencji / Address for correspondence

dr n. med. Witold Rongies

Zakład Rehabilitacji OF II WL WUM, e-mail: zakladrehabilitacji@wum.edu.pl
00-424 Warszawa, ul. Solec 57, tel. (0-22) 629-46-65, fax: (0-22) 622-80-05

Otrzymano / Received 03.12.2008 r.
Zaakceptowano / Accepted 18.04.2009 r.