

Ocena wydolności czynnościowej stóp u chorych z płaskostopiem leczonych z wykorzystaniem własnego programu ćwiczeń – doniesienie wstępne

Assessment of foot function in patients with pes planus deformity treated with the authors' own exercise programme – a preliminary report

Agnieszka Gołąb^{1 A-F}, Sebastian Nowak^{2 A,B,C,F}, Elżbieta Szczygieł^{3 A,E,F}

¹Wydział Nauk o Zdrowiu, Uniwersytet Jagielloński – Collegium Medicum, Kraków.
Faculty of Health Sciences, Jagiellonian University Medical College, Krakow

²Klinika Chirurgii Urazowej i Ortopedii, 5 Wojskowy Szpital Kliniczny SP ZOZ z Polikliniką, Kraków. Traumatic Surgery and Orthopedic Clinic, 5th Military Clinic Hospital with Policlinic, Krakow

³Zakład Rehabilitacji w Ortopedii, Katedra Rehabilitacji Klinicznej, Wydział Rehabilitacji Ruchowej, Akademia Wychowani Fizycznego, Kraków. Section of Rehabilitation in Orthopedics, Department of Clinical Rehabilitation, Faculty of Motor Rehabilitation, University of Physical Education, Krakow

- A – opracowanie koncepcji i założeń (preparing concepts)
- B – opracowanie metod (formulating methods)
- C – przeprowadzenie badań (conducting research)
- D – opracowanie wyników (processing results)
- E – interpretacja i wnioski (interpretation and conclusions)
- F – redakcja ostatecznej wersji (editing the final version)

Streszczenie

Wstęp: Dolegliwości bólowe stóp są częstym problemem u osób w różnym wieku. Pomimo powszechnego przekonania o konieczności stosowania ćwiczeń zwraca uwagę fakt niewielkiej liczby badań oceniających ich skuteczność. Celem pracy była ocena wpływu programu ćwiczeń na poprawę funkcji i zmniejszenie dolegliwości bólowych stóp.

Material i metody: Grupę badaną stanowiło 15 kobiet z dolegliwościami bólowymi stóp i płaskostopiem, które przez 6 tygodni wykonywały codziennie zestaw 5. ćwiczeń. Do oceny wyników zastosowano Foot Posture Index, badanie posturalne na platformie pedobarograficznej, testy funkcjonalne: test stania jednonóż z otwartymi i zamkniętymi oczami oraz test wspięcia na palce obunóż, a także przetłumaczoną samodzielnie ankietę Foot and Ankle Outcome Score (FAOS). Oceny wymienionymi wyżej narzędziami dokonano przed rozpoczęciem programu ćwiczeń oraz po jego zakończeniu.

Wyniki: W badaniu pedobarograficznym zaobserwowano wzrost powierzchni całkowitej kontaktu stóp z podłożem oraz zmniejszenie nacisków: maksymalnego, średniego i w poszczególnych strefach obu stóp. Ankieta FAOS wykazała zmniejszenie dolegliwości bólowych oraz poprawę w pozostałych badanych aspektach u większości osób. Nie zaobserwowano istotnych statystycznie różnic w wynikach testów funkcjonalnych.

Wnioski: Uzyskane wyniki pozwalają stwierdzić, że prezentowany program ćwiczeń korzystnie wpływa na zmianę rozkładu siły nacisku na powierzchni podszwowej stóp oraz prowadzi do istotnego zmniejszenia dolegliwości bólowych stóp.

Słowa kluczowe:

dolegliwości bólowe stóp, ćwiczenia, pedobarografia, testy funkcjonalne, poprawa funkcji stóp

Abstract

Introduction: Foot pain is highly prevalent among persons of all ages. Despite a common belief that it is necessary to perform exercises, there is a scarcity of data regarding their effectiveness. This study sought to assess the effects of a training programme on an improvement in foot function and a reduction in pain.

Material and methods: The study group consisted of 15 females with foot pain and flat foot who performed a daily set of 5 exercises for 6 weeks. The Foot Posture Index, a pedobarographic platform postural examination, functional tests (a unipedal stance test with eyes open and closed as well as a bipedal calf raise test) and the Polish translation of the Foot and Ankle Outcome Score (FAOS) were employed to assess the results. These assessment tools were used before and after the intervention.

Results: Pedobarographic examinations showed an increase in total support surface as well as a decrease in maximum and average plantar pressures and pressures in particular areas of both feet. The FAOS revealed a reduction in pain and an improvement in the remaining aspects under examination in the majority of participants. No significant differences in the results of functional tests were noted.

Conclusions: The exercise programme implemented in the study produces positive outcomes in terms of changes in plantar pressure distribution and leads to a significant reduction in foot pain.

Key words: foot pain, exercises, pedobarography, functional tests, foot function improvement

Wstęp

Do najczęściej zgłaszanych objawów klinicznych płaskostopia wśród osób dorosłych należą dolegliwości bólowe stóp. Z tego też powodu poszukiwanie zarówno przyczyn jak i możliwości leczenia płaskostopia niezmiennie pozostaje aktualne. Borrelli wyraża przekonanie o wieloczynnikowej etiologii tej złożonej patologii stóp [1], jednak zdaniem wielu autorów jest ono wynikiem osłabienia aparatu więzadłowo-mięśniowego, w tym mięśnia piszczelowego tylnego [2-4].

Nadrzędnym celem leczenia płaskostopia jest poprawa wydolności funkcjonalnej stóp. W zależności od stopnia zaawansowania zmian morfologicznych oraz nasilenia bólu najczęściej proponowanymi metodami leczenia są: zabiegi chirurgiczne [2,4,5], stosowanie zaopatrzenia ortopedycznego [6] oraz fizjoterapia. W dostępnej literaturze dominują prace uwzględniające ćwiczenia stosowane u dzieci [7,8]. Zauważalny jest brak jednolitej i przejrzystej koncepcji odnoszącej się do sposobów i przebiegu terapii płaskostopia osób dorosłych.

Celem pracy jest ocena wpływu wybranych ćwiczeń na poprawę funkcji i zmniejszenie dolegliwości bólowych stóp poprzez poszukiwanie odpowiedzi na następujące pytania badawcze: Czy wybrane ćwiczenia powodują: (a) zmianę rozkładu

Introduction

Foot pain is one of the most common clinical symptoms of pes planus /flat foot/ deformity reported by adults. For this reason, investigating the causes of flat foot as well as treatment methods is still an open issue. Borrelli is convinced of a multifactorial etiology of this complex foot pathology [1]; however, according to a number of authors, it results from the muscle and ligament system weakening (including tibialis posterior muscle) [2-4].

The primary goal of pes planus treatment is to improve the function of the feet. Depending on the level of morphological changes as well as pain intensity, the most common treatment procedures include surgeries [2,4,5], the use of orthotic devices [6] and physiotherapy. The available literature mainly consists of works that focus on exercises performed by children [7,8]. There is no uniform and clear concept regarding methods and protocols of flat foot therapy in adults.

The aim of the study was to assess the effects of selected exercises on an improvement in foot function and a reduction in foot pain through seeking answers to the following research questions: Do the selected exercises result in: (a) changes in plantar pressure distribution, (b) an improvement in functional tests results (a unipedal stance test with eyes

sił nacisku na powierzchni podszewowej stóp, (b) poprawę wyników testów funkcjonalnych (stanie jednonóż z otwartymi i zamkniętymi oczami oraz wspięcia na palce), (c) zmniejszenie dolegliwości bólowych stóp?

Material i metody

Grupę badaną stanowili pacjenci Przychodni Urazowo-Ortopedycznej 5 Wojskowego Szpitala Klinicznego z Polikliniką w Krakowie. Kwalifikacje do badań przeprowadzał lekarz specjalista w zakresie ortopedii, a podstawowym kryterium było płaskostopie oraz towarzyszące mu dolegliwości bólowe odczuwane w obrębie stóp. Do badań zakwalifikowano 15 kobiet w wieku od 22 do 81 lat (średnia wieku – 56 lat) z dolegliwościami bólowymi stóp. Grupa badana była silnie zróżnicowana

open and closed as well as a bipedal calf raise test), (c) foot pain reduction?

Material and methods

The study group consisted of patients of the Traumatic Surgery and Orthopedic Clinic at the 5th Military Clinic Hospital with Polyclinic in Krakow. The study participants were selected by an orthopaedist. Pes planus and foot pain were the main inclusion criteria. Fifteen females aged 22-81 (mean age – 56 years) were included in the study. The subjects differed substantially in terms of age, body weight and body height (tab. 1). No participant had ever undergone an operation of flat foot, hallux valgus or other foot deformities. None of the subjects had experienced any fractures of lower limb bones before.

Tab.1. Charakterystyka grupy badanej ze względu na wzrost, masę ciała, BMI i wiek
Tab.1. Description of the study group with regard to body height, body weight, BMI and age

	minimum	1 kwartył/ 1st quartile	mediana/ median	średnia/ mean	3 kwartył/ 3rd quartile	maximum	+SD
wzrost/ height [m]	1,48	1,58	1,6	1,603	1,64	1,71	0,1
waga/ weight [kg]	51	72	74	79,08	86	103	16,4
BMI [kg/m ²]	19,92	24,96	30,84	30,91	36,74	40,23	6,8
wiek/ age [rok/years]	22	52	58	56,23	62	81	14,1

zarówno co do wieku, jak i masy ciała oraz wzrostu (tab. 1). Żadna z osób nie była operowana z powodu płaskostopia, koślawości palucha czy innych deformacji stóp. Żadna z osób nie doznała w przeszłości złamań w obrębie szkieletu kończyn dolnych.

Do analizy danych wzięto pod uwagę 13 osób, dwie zostały wykluczone, ponieważ: jedna osoba wycofała się z programu ćwiczeń i nie zgłosiła się na badanie kontrolne, jedna ćwiczyła na poziomie zaledwie 29% zaleconych dni ćwiczeń. Osoby, które zostały uwzględnione w analizie wyników, ćwiczyły na poziomie powyżej 50% zaleconych dni ćwiczeń.

Program ćwiczeń obejmował 5 ćwiczeń – wykonywanych codziennie przez 6 tygodni samodzielnie przez pacjenta w domu. Ćwiczenia obejmowały rozciąganie mięśnia brzuchatego łydki, wzmacnianie mięśnia piszczelowego tylnego w pozycji niskiej i wysokiej oraz ćwiczenia równoważne. Każdy pacjent otrzymał szczegółową instrukcję z opisem wykonania, zdjęciem i liczbą powtórzeń wraz z dzienniczkiem ćwiczeń, służącym

The data under analysis were collected from 13 participants. Two individuals were excluded from the analysis, i.e. one of them resigned from the exercise programme and did not turn up for the control test, while the other one performed exercises on certain days only (29% of the recommended exercise days). The individuals included in the analysis exercised at the level of over 50% of the recommended exercise days.

The exercise programme involved performing, unassisted at home, a daily set of 5 exercises for 6 weeks. The exercises included gastrocnemius stretching, tibialis posterior strengthening in a low and high position as well as balance exercises. Each patient was provided with detailed instructions (description of exercise performance, a photo and a number of repetitions) and a training diary (to record the details of performance). Moreover, each study participant was trained on how to perform the exercises. The number of exercise repetitions increased over time. All the subjects were also given necessary exercise tools. Prior to and following the

dokumentowaniu wykonywania ćwiczeń. Został także przeprowadzony indywidualny instruktaż zaleconych ćwiczeń. W programie ćwiczeń uwzględniono progresję ilości powtórzeń w czasie. Każdy uczestnik badań otrzymał również zestaw przyborów koniecznych do ćwiczeń. Przed rozpoczęciem programu ćwiczeń oraz po ich zakończeniu zostało przeprowadzone badanie ortopedyczne przez lekarza.

Do oceny wyników zastosowano Foot Posture Index (badanie przeprowadzone przez lekarza-ortopedę), badanie dystrybucji sił nacisku na podszewnej stronie stóp na platformie pedobarograficznej (PEL 38, wykonane w Centrum Rehabilitacji „Zdrowie” w Krakowie), testy funkcjonalne: test stania jednonóż z otwartymi i zamkniętymi oczami oraz test wspięcia na palce obunóż oraz ankietę Foot and Ankle Outcome Score (FAOS), English version LK1.0 (tłumaczenie własne).

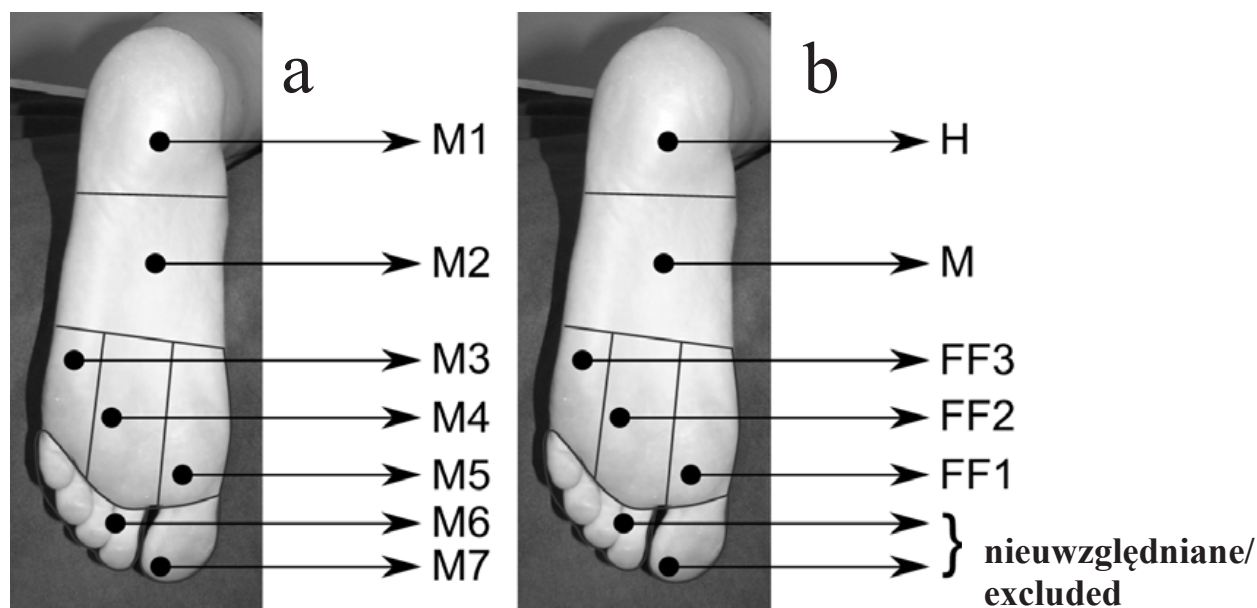
Rozkład nacisków na powierzchni podszewnej stóp wykonano za pomocą badania posturalnego na platformie pedobarograficznej PEL 38 przez 30 sekund. Badanie przeprowadzono w pozycji stania obunóż bez obuwia w pozycji swobodnej. Do oceny wyników wykorzystano podział podszewnej strony stopy na strefy wg. Kernozek'a (rys. 1a), z wyłączeniem palców (strefy M6 i M7) [9,10]. Wyodrębniono następujące strefy: pięta – strefa H, śródstopie – strefa M, głowa I kości śródstopia – FF1, głowa II i III kości śródstopia – strefa FF2 oraz głowa IV i V kości śródstopia – strefa FF3 (ryc. 1b).

programme, orthopaedic examinations were carried out by a doctor.

The Foot Posture Index (an examination performed by an orthopaedist), a plantar pressure distribution assessment performed on PEL 38 pedobarographic platform in ‘Zdrowie’ Rehabilitation Centre in Krakow), functional tests (unipedal stance test with eyes open and closed as well as a bipedal calf raise test) and the Foot and Ankle Outcome Score (FAOS), English version LK1.0 (translated into Polish by the authors of the present study) were applied to assess the results.

Plantar pressure distribution was determined with a 30-second postural examination on the PEL 38 pedobarographic platform. The examination was performed while the participant was standing barefoot in a bipedal position. To assess the results, Kernozek's division of the plantar side of the foot into areas (fig. 1a) excluding toes (regions M6 and M7) was applied [9,10]. The following areas were taken into consideration: heel – H, midfoot – M, first metatarsal head – FF1, second and third metatarsal head – FF2 and fourth and fifth metatarsal head – FF3 (fig. 1b).

Maximum pressure, mean average pressure, total area as well as maximum pressures in particular foot areas were used in the analysis. To assess foot arch, pedobarographic criteria were applied, i.e. transverse arch ($FF2 < FF1$ and $FF3$) and longitudinal arch ($M < H$ and $M < FF1$, $FF2$ and $FF3$).



Ryc. 1. Podział podszewnej strony stopy na strefy (a) wg Kernozek'a.[11] i (b) wykorzystany w tej pracy [12]

Fig. 1. The division into plantar areas (a) according to Kernozek [11] and (b) the division applied in the present study [12]

Do analizy wykorzystano następujące parametry: nacisk maksymalny, nacisk średni, powierzchnię całkowitą oraz maksymalne naciski w poszczególnych strefach. Do oceny wysklepienia stóp wykorzystano kryteria pedobarograficzne, a mianowicie sklepienie poprzeczne $FF2 < FF1$ i $FF3$ oraz sklepienie podłużne $M < H$ i $M < FF1$, $FF2$ i $FF3$.

Test stania jedno nogą był wykonywany z otwartymi i z zamkniętymi oczami. Na każdą kończynę dolną wykonywano 3 próby z otwartymi oczami oraz 3 próby z oczami zamkniętymi. Badany był proszony o przyjęcie pozycji stania jedno nogą i utrzymania jej jak najdłużej jest to możliwe. Badający mierzył, za pomocą stopera, czas utrzymania równowagi w stanie jedno nogą z dokładnością do 1 sekundy. Test przerywano w przypadku utraty równowagi przez badanego, podparcia się lub po upływie 60 sekund dla testu z otwartymi oczami, a 30 sekund dla testu z oczami zamkniętymi. Następnie uzyskane wyniki porównywano z normą wiekową (Springer et al. [11]).

W teście wspięć na palce obunóż badany w pozycji stojącej wykonywał wspięcia na palce obunóż przez 1 minutę. Wynik testu stanowi ilość wspięć na palce, które pacjent wykonał w ciągu 1 minuty.

Ankieta Foot and Ankle Outcome Score (FAOS) została stworzona do oceny, przez pacjenta, problemów związanych ze stopą i stawem skokowym [12]. Kwestionariusz ankiety składa się z 5-ciu podskal: objawy (7 pytań), ból (9 pytań), sprawność funkcjonalna w życiu codziennym (17 pytań), sprawność funkcjonalna w aktywności sportowej lub rekreacji (5 pytań) oraz ocena wpływu dolegliwości na jakość życia (4 pytania). Badany, odpowiadając na pytania w ankiecie bierze pod uwagę okres ostatniego tygodnia. W każdym pytaniu pacjent zaznacza jedną z pięciu odpowiedzi, w jego odczuciu najbardziej pasującą. Oceniając wyniki z ankiety FAOS, każdej odpowiedzi przypisuje się punkty od 0 do 4 według podanej instrukcji, a następnie wylicza się znormalizowany wynik końcowy dla każdej kategorii. W skali znormalizowanej wynik 100 oznacza brak problemów, natomiast 0 ogromne problemy. Dodatkowo w przypadku tego badania pacjenci zostali poproszeni, by przy odpowiedzi na pytania z ankiety, myśleli o stopie, która sprawia większy problem.

Oceny wymienionymi wyżej narzędziami dokonano przed rozpoczęciem programu ćwiczeń oraz po jego zakończeniu. Do opracowania danych wykorzystano statystyki opisowe oraz testy statystyczne. W celu oceny normalności rozkładu wykorzystano testy normalności: Shapiro-Wilka,

The unipedal stance test was done with eyes open and closed. The test involved performing three trials with eyes open and three trials with eyes closed on each leg. The study participants were asked to perform a unipedal stance and to maintain this position for as long as possible. Using a stopwatch, the examiner recorded the duration of each unipedal stance trial with an accuracy of 1 second. The test was stopped only if the participant lost balance, used the other leg or arm for support or managed to maintain the position for 60 seconds in the test with eyes open and for 30 seconds in the test with eyes closed. Afterwards, the results were compared with age norms (Springer et al. [11]).

In the bipedal calf raise test, the subjects performed bipedal calf raises in a standing position for 1 minute. The number of raises performed during 1 minute constituted the test result.

The Foot and Ankle Outcome Score (FAOS) was developed 'to assess the patients opinion about a variety of foot and ankle-related problems' [12]. The survey consists of 5 subscales: symptoms – 7 questions; pain – 9 questions; function, daily living (ADL) – 17 questions; function, sports and recreational activities (SR) – 5 questions; and quality of life (QOL) – 4 questions. When answering the questions, patients take the last week into consideration. In each question, they choose one answer (out of 5 possible options) which they find most appropriate. Each answer gets a score from 0 to 4 (according to the instructions provided) and a normalised score is calculated for each category. On a normalised scale, the score of 100 indicates no problems, while 0 points to extreme problems. Furthermore, in the course of this examination, the patients were asked to provide answers regarding the foot that caused greater problems.

The above-mentioned tools were employed prior to and following the exercise programme. Descriptive statistics and statistical tests were used to analyse the data. Shapiro-Wilk, Anderson-Darling, Pearson, Cramér-von Mises, Shapiro-Francia and Kolmogorov-Smirnov normality tests were applied to assess normality of distribution. Normal distribution data were analysed with the t-Student parametric test. The results whose distribution did not meet the normality criteria were analysed using the non-parametric Wilcoxon signed-rank test.

Andersona-Darlinga, Pearsona, Craméra-von Misesa, Shapiro-Francia i Kołmogorowa-Smirnowa. Wyniki o rozkładzie normalnym analizowano używając testu parametrycznego t-Studenta. Do analizy wyników, których rozkład nie spełniał kryteriów rozkładu normalnego, zastosowano nieparametryczny test Wilcoxon dla par wiązanych.

Wyniki

Wskaźnik Foot Posture Index

Na podstawie wskaźnika Foot Posture Index (FPI-6) można podzielić stopy osób badanych na trzy grupy: bardzo pronujące (10+), pronujące (+6 do +9) oraz neutralne (0 do +5). Wyniki zostały zestawione w tab. 2. Wskaźnik Foot Posture Index po terapii nie wykazuje zmian istotnych statystycznie.

Tab. 2. Charakterystyka grupy badanej ze względu na wskaźnik Foot Posture Index

Tab. 2. Description of the study group with regard to the Foot Posture Index

		liczba osób/ number of participants
stopa lewa/ left foot	bardzo pronująca/ highly pronated	1
	pronująca/ pronated	10
	neutralna/ neutral	2
stopa prawa/ right foot	bardzo pronująca/ highly pronated	2
	pronująca/ pronated	7
	neutralna/ neutral	4

Pedobarografia

Uzyskane wyniki różnic parametrów pedobarograficznych przedstawiono w tab. 3 i 4. W uzyskanych wynikach badania pedobarograficznego widoczna jest tendencja do spadku wartości nacisku maksymalnego i średniego oraz wzrostu powierzchni całkowitej po terapii. Nacisk maksymalny i średni prawie u wszystkich badanych (oprócz dwóch osób) zmniejszył się po terapii, maksymalna różnica w zmianie nacisku maksymalnego wyniosła aż 187 g/cm², a nacisku średniego 55g/cm².

Wartości *p-value* w teście t-Studenta wynoszą odpowiednio dla parametrów: nacisk maksymalny ($p=0,018$), nacisk średni ($p=0,002$), powierzchnia całkowita ($p=0,005$) oraz naciski maksymalne w strefach H ($p=0,018$), FF2 ($p=0,048$) i FF3 ($p=0,041$) dla stopy lewej i H ($p=0,018$), M ($p=0,049$) dla stopy prawej, dlatego przyjmujemy, że dla tych parametrów różnice są istotne statystycznie. Wartości parametrów: nacisk maksymalny, nacisk średni oraz naciski maksymalne w strefach (HL, FF2L, FF3L, HP i MP) po terapii są

Results

Foot Posture Index

Based on the Foot Posture Index (FPI-6), three types of foot were distinguished in the examined individuals: highly pronated (10+), pronated (+6 to +9) and neutral (0 to +5) foot. The results are shown in table 2. After the therapy, the Foot Posture Index did not reveal any significant changes.

Pedobarography

The obtained results concerning differences in pedobarographic parameters are illustrated in tables 3 and 4. The pedobarographic examination revealed a decrease in the values of maximum and average pressures and an increase in total area after the therapy. Except for two individuals, all study

participants manifested a decrease in maximum and average pressures after the therapy. A maximum change in maximum pressure reached 187 g/cm², while in the case of mean average pressure it was 55g/cm².

Depending on particular parameters, *p-value* in the t-Student test is as follows: maximum pressure ($p=0.018$), average pressure ($p=0.002$), total area ($p=0.005$) and maximum pressures in H ($p=0.018$), FF2 ($p=0.048$) and FF3 ($p=0.041$) for the left foot and H ($p=0.018$) and M ($p=0.049$) for the right foot. Therefore, we assume that differences for these parameters are statistically significant. Post-therapy values of maximum pressure, average pressure and maximum pressures in HL, FF2L, FF3L, HR and MR were found to be lower than pre-therapy values. However, total area increased after the therapy. In the case of such parameters as pressures in ML, FF1L, FF1R, FF2R and FF3R, there are no grounds for rejecting the null hypothesis.

Tab. 3. Wyniki różnic wartości nacisku maksymalnego (N_{max}), średniego (N_{sr}), w g/cm^2 , i powierzchni całkowitej (Pow), w cm^2 , przed i po terapii

Tab.3. Differences in the values of maximum pressure (N_{max}), average pressure (N_{avg}), in g/cm^2 , and total area (Area), in cm^2 , before and after the therapy

	minimum	1 kwartył/ 1st quartile	mediana/ median	średnia/ mean	3 kwartył/ 3rd quartile	maximum	+SD
N_{max}	-187	-129	-95	-68,4	-15	121	89,9
N_{sr}/N_{avg}	-55	-30	-21	-20,3	-8	5	18,5
Pow/ Area	-7	4	18	21,2	34	71	22,4

Tab. 4. Wyniki różnic parametrów pedobarograficznych przed i po terapii w g/cm^2

Tab. 4. Differences in pedobarographic parameters before and after the therapy (in g/cm^2)

	strefa/ area	minimum	1 kwartył/ 1st quartile	mediana/ median	średnia/ mean	3 kwartył/ 3rd quartile	maximum	+SD
stopa lewa/ left foot	H	-187	-129	-95	-68,4	-15	121	89,9
	M	-108	-53	-21	-18,8	37	64	58,4
	FF1	-118	-65	-14	-9,5	26	94	61,4
	FF2	-171	-69	-18	-37,8	9	43	61,9
	FF3	-115	-59	-21	-30,6	5	46	48,3
stopa prawa/ right foot	H	-187	-129	-95	-68,4	-15	121	89,9
	M	-151	-71	-46	-38,9	20	58	64,3
	FF1	-128	-69	-11	-21,2	7	98	72,8
	FF2	-126	-87	-48	-34,8	24	53	64,3
	FF3	-153	-48	-20	-21,3	11	119	64,7

mniejsze niż przed. Natomiast powierzchnia całkowita wzrasta po terapii. W przypadku parametrów: nacisk w strefach (ML, FF1L, FF1P, FF2P i FF3P) nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej.

Kryterium pedobarograficzne wysklepienia łuku poprzecznego przed terapią spełnia jedynie jedna stopa, po terapii liczba ta wzrasta do 3, jednakże nie ma osoby, u której obie stopy mają prawidłowy łuk poprzeczny. Kryterium pedobarograficzne dla łuku podłużnego przed terapią i po terapii dla wszystkich osób pozostaje bez zmian, tylko dwie stopy spełniają wymieniony warunek i nie ma osoby, u której byłby on spełniony dla obu stóp.

Testy funkcjonalne

Średnio we wszystkich testach nastąpiła poprawa, jednakże jest ona niewielka i nie jest istotna statystycznie. 50% osób zwiększyło swój wynik w testach stania jednonóż z oczami otwartymi zarówno na prawej, jak i lewej kończynie dolnej, a jeszcze więcej osób poprawiło swój wynik w teście stania jednonóż z oczami zamkniętymi. W teście wspięcia na palce obunóż maksymalna różnica wyniosła o 26 wspięcia na palce więcej po terapii niż przed. Najlepszy wynik testu stania jednonóż z oczami otwartymi udało się poprawić o około 20s.

Pre-therapy examination revealed that only one foot met the pedobarographic criterion of the transverse arch. After the therapy, the number of feet meeting this criterion increased to 3; however, there was not a single person who demonstrated proper transverse arch in both feet. As far as the longitudinal arch is concerned, the pedobarographic criterion before and after the therapy remained unchanged. Only two feet met the criterion and there was no participant whose both feet would be properly arched.

Functional tests

On average, an improvement was noted in all the tests, but it was only slight and not significant. Fifty percent of the study participants improved their scores in the unipedal stance test with eyes open both in the case of the right and left leg. Even more individuals made progress in the test with eyes closed. In the bipedal calf raise test, a score in post-therapy examination was higher by a maximum of 26 raises more than before the therapy. In the unipedal stance test with eyes open, the best result was improved by approx. 20 seconds.

The scores achieved in the unipedal stance test with eyes open and closed with reference to

Tab. 5. Wyniki testu stania jednożóz z oczami otwartymi i zamkniętymi wyrażone w procentach osób spełniających normę na podstawie badań Springer et al [13]

Tab. 5. Results of the unipedal stance test with eyes open and closed (expressed in percentage values) obtained by individuals who fell within normative values established by Springer et al [13]

				przed terapią/ before therapy	po terapii/ after therapy	
stanie jednożóz/ unipedal stance	oczy otwarte/ eyes open	P/ R	najlepszy/ best	54	69	
			średnia/ mean	54	69	
		L	najlepszy/ best	69	69	
			średnia/ mean	69	69	
		oczy zamknięte/ eyes closed	P/ R	najlepszy/ best	54	54
				średnia/ mean	54	62
	L		najlepszy/ best	38	54	
			średnia/ mean	46	62	

Wyniki testu stania jednożóz z oczami otwartymi i zamkniętymi w odniesieniu do normy dla wieku i płci zostały przedstawione w tab. 5. Zaobserwowano nieznaczne zwiększenie liczby osób spełniających normy we wszystkich testach z otwartymi i zamkniętymi oczami. Po terapii prawie 70% badanych spełniało normy w testach z oczami otwartymi, dla testów z oczami zamkniętymi wyniki były bardziej zróżnicowane.

Ankieta Foot and Ankle Outcome Score

Test t-Studenta stosujemy dla podskali: objawy ($p=0,057$), sprawność funkcjonalna w życiu codziennym ($p=0,013$) oraz ocena wpływu dolegliwości na jakość życia ($p=0,000002$). Na podstawie uzyskanych wyników przyjmujemy, że dla podskali sprawność funkcjonalna w życiu codziennym oraz ocena wpływu dolegliwości na jakość życia zmiany są istotne statystycznie i następuje poprawa w tych

normative values documented by age and gender are shown in table 5. A slight increase was noted in the number of individuals who scored within the norms in all the tests with eyes open and closed. Following the therapy, almost 70% of the subjects met the standards in the tests with eyes open. The results of tests with eyes closed were more diverse.

Foot and Ankle Outcome Score

The t-Student test is used for the following subscales: symptoms ($p=0.057$), ADL ($p=0.013$) and QOL ($p=0.000002$). Drawing on the obtained results, we assume that changes in two subscales, i.e. ADL and QOL are significant and that there occurs an improvement in these aspects. The Wilcoxon signed-rank test is applied in the case of pain ($p=0.002$) and SR ($p=0.022$). Based on the results of this test, we assume that there occurs an improvement in these subscales.

Tab. 6. Wyniki różnic poszczególnych kategorii ankiety FAOS przed i po terapii (skala znormalizowana)

Tab. 6. Differences in particular subscales of the FAOS survey before and after therapy (normalised scale)

	minimum	1 kwartył/ 1st quartile	mediana/ median	średnia/ mean	3 kwartył/ 3rd quartile	maximum	+SD
objawy/ symptoms	-7,1	-3,6	3,6	6,0	14,3	25	10,3
ból/ pain	0	5,6	8,3	15,8	22,2	41,7	15,2
ADL	-5,9	0	11,8	14,3	27,9	47,1	17,6
SR	0	0	10	12,3	20	45	15,1
QOL	12	31,8	42	41,3	48,3	69	17,6

aspektach. Test Wilcoxona dla par wiązanych stosujemy w przypadku bólu ($p=0,002$) i sprawności funkcjonalnej w aktywności sportowej lub rekreacji ($p=0,022$). Na podstawie wyników tego testu przyjmujemy, że następuje poprawa w tych podskalach.

Table 6 shows FAOS results in a normalised scale. Progress was noted in all scales. The greatest improvement was found in QOL (by approx. 40 points in a normalised scale).

Wyniki ankiety FAOS w skali znormalizowanej przedstawiono w tab. 6. Średnio we wszystkich podskalach nastąpiła poprawa, największa w ocenie wpływu dolegliwości na jakość życia o około 40 punktów w skali znormalizowanej.

Dyskusja

W grupie badanej u wszystkich chorych dolegliwości bólowe w obrębie stopy współistniały z płaskostopiem. Jakkolwiek kryterium kwalifikującym do włączenia pacjentów do grupy badanej był ból w obrębie stopy, a nie płaskostopie, to charakterystyka grupy badanej pokazuje, że nie ma osoby, u której według kryterium pedobarograficznego sklepienie podłużne i poprzeczne obu stóp spełnia określone normy.

Płaskostopie to złożone zjawisko patofizjologiczne, u którego podłoża leży niedomoga czynnościowa mięśni łydki i stopy, a także zaburzenia posturalne. Wynikiem tej patologii jest wielomiejscowy, o różnej charakterystyce klinicznej i niejednokrotnie osobniczo uwarunkowany zespół bólowy, który może lokalizować się zarówno w obszarze przodostopia, śródstopia, jak i tyłostopia. Wraz z progresją deformacji, na obraz wyżej wymienionych dolegliwości nakładają się dolegliwości bólowe wynikające z przeciążeń stawów, rozwoju zmian zwyrodnieniowych, konfliktu z obuwem. Ze względu na zależność od stopnia zaawansowania deformacji, zdefiniowanie pojedynczej lokalizacji dolegliwości nawet u jednego chorego może być bardzo trudne. Ponadto może się ona zmieniać z upływem czasu, a także w kolejnych okresach leczenia, co obserwowaliśmy w grupie badanej.

W literaturze istnieje bardzo niewiele doniesień naukowych oceniających zastosowanie ćwiczeń u osób dorosłych z dolegliwościami bólowymi stóp towarzyszącymi płaskostopiu. Efekty ćwiczeń u osób dorosłych z płaskostopiem oceniane są w badaniach przeprowadzonych przez Panichawita et al. na niewielkiej grupie – 5. osób [13]. Nieco więcej artykułów traktuje o postępowaniu nieoperacyjnym w niewydolności ścięgna mięśnia piszczelowego tylnego. Część z nich uwzględnia jedynie zastosowanie ortez w leczeniu zachowawczym tego schorzenia [14,15].

Dopiero w ostatnich latach zauważa się zasadność włączenia do protokołu postępowania w badaniach naukowych, dotyczących leczenia zachowawczego

Discussion

In all the study participants, foot pain and pes planus deformity coexisted. Even though it was foot pain (not flat foot) that constituted the inclusion criterion, the description of the study group showed that, in terms of pedobarography, there was not a single person with proper longitudinal and transverse arches in both feet.

Flat foot is a complex pathophysiologic condition that stems from the disturbed function of shank and foot muscles as well as from postural disorders. As a result of this pathology, there occurs a multiple pain syndrome with various clinical characteristics that is often ontogenetically conditioned. It can be experienced both in forefoot, midfoot and hindfoot. Together with deformity progression, the aforementioned complaints are accompanied with pains resulting from joint overload, development of degenerative changes or foot-shoe conflict. Due to the dependence on the deformity degree, it can be very hard to identify one painful area even in one patient. Moreover, the location of pain may change in the course of time and at successive stages of treatment, which was noted in the examined group.

In the available literature, there are very few studies that have focused on the assessment of exercise implementation in adults with foot pains that accompany flat foot. The effects of exercises in adults with flat foot were analysed by Panichawita et al., who conducted research on a small sample group, i.e. 5 persons [13]. A few more studies describe non-operative treatment procedures of posterior tibial tendon dysfunction. Some of them regard only the application of orthoses in conservative treatment of the dysfunction [14,15].

It is only in recent years that the relevance of implementing muscle-strengthening exercises in research protocols regarding conservative treatment of posterior tibial tendon dysfunction has been noted. The first report of this type was presented by Alvarez et al., who, when dealing with patients with stage I and II dysfunctions (as classified by Johnson and Strom), applied non-operative treatment protocol that included orthosis use alongside isokinetic exercises of ankle-related muscles and a high-repetition home exercise programme. On average, the rehabilitation programme lasted for 4 months and included about 10 physical therapy visits. The majority of patients had successful therapy outcomes,

niewydolności ścięgna mięśnia piszczelowego tylnego, również ćwiczeń wzmacniających mięśnie. Pierwszym z tego rodzaju doniesień były badania Alvareza et al., w których u pacjentów w I i II stopniu zaawansowania wg klasyfikacji Johnsona i Stroma wykorzystano protokół leczenia nieoperacyjnego uwzględniający zastosowanie ortez wraz z ćwiczeniami izokinetycznymi mięśni działających na staw skokowy oraz programu domowego o dużej ilości powtórzeń. Program rehabilitacyjny trwał średnio 4 miesiące i obejmował około 10 wizyt fizjoterapeutycznych. Większość pacjentów dobrze zareagowało na zaproponowane leczenie, po terapii odczuwało ból minimalny lub jego brak, uzyskało nieograniczony dystans chodu, a także było w stanie bezboleśnie wykonać test wspięcia na palce jedno-nóż. Badania wykazały również, że u osób z niewydolnością ścięgna mięśnia piszczelowego tylnego w stopniu I i II występuje osłabienie siły mięśni długich stopy i stawu skokowego, w związku z tym zasadne jest uwzględnienie ćwiczeń wzmacniających w postępowaniu fizjoterapeutycznym w tym schorzeniu [16].

Jedynym dostępnym doniesieniem na temat postępowania nieoperacyjnego w niewydolności ścięgna mięśnia piszczelowego tylnego o wyższym stopniu wiarygodności są badania z randomizacją i grupą kontrolną wykonane przez Kulig et al. Pacjentów z niewydolnością ścięgna mięśnia piszczelowego tylnego w I i II stopniu zaawansowania wg klasyfikacji Johnsona i Stroma podzielono na trzy grupy: u pacjentów z pierwszej stosowano ortezę wraz ze stretchingiem mięśnia brzuchatego łydki i mięśnia płaszczkowatego, drugiej dodatkowo zalecono ćwiczenia koncentryczne z oporem, natomiast trzeciej ćwiczenia ekscentryczne z oporem. Następnie porównano skuteczność zastosowanego leczenia za pomocą ankiety Foot Function Index (FFI), dystansu podczas testu 5-minutowego marszu oraz bólu występującego bezpośrednio po teście. Ćwiczenia koncentryczne i ekscentryczne mięśnia piszczelowego tylnego były wykonywane w obuwiu z użyciem urządzenia TibPost Loader. Program trwał 12 tygodni, pacjenci ćwiczyli 2 razy dziennie w domu, natomiast raz w tygodniu miała miejsce wizyta kontrolna, by skorygować sposób wykonania ćwiczeń i nałożone obciążenia. Pacjenci w 100% przestrzegali zalecenia używania ortez, natomiast wykonywanie ćwiczeń domowych było na poziomie 39-98%, średnio 68%. Uczestnictwo w wizytach kontrolnych było na wysokim

i.e. they experienced minimal pain or no pain at all, were not limited by walking distance and were able to perform a painless single support heel rise. The study also revealed that patients with stage I and II posterior tibial tendon dysfunction experienced weakness of long muscles of the foot and ankle. Therefore, it is justified to include strengthening exercises in the treatment programme [16].

A randomised controlled trial conducted by Kulig et al. is the only available study at a higher level of reliability that focuses on non-operative management of posterior tibial tendon dysfunction. Patients with stage I and II posterior tibial tendon dysfunctions (as classified by Johnson and Strom) were divided into three groups. Patients from group 1 had to wear orthoses and perform gastrocnemius and soleus muscle stretches. Patients from groups 2 and 3 followed the same procedure; however, the study participants from group 2 were additionally asked to follow a concentric resistive exercise programme, while those from group 3 performed eccentric resistive exercises. Afterwards, the effects of particular procedures were compared using the Foot Function Index (FFI), the 5-minute walk test and the analysis of pain experienced immediately after this test. The subjects performed concentric and eccentric exercises wearing shoes and using the TibPost Loader device. The programme lasted for 12 weeks, with patients doing home exercises twice a day. Moreover, they attended weekly control visits aimed at correcting exercise performance and adjusting loads. The adherence rate for wearing orthoses was 100%, while adherence to home exercise programme ranged from 39 to 98% (mean: 68%). Adherence to attending control visits was at a high level of 90-100%. A functional improvement and pain reduction were observed in all the participants, which proves the relevance of using orthoses in posterior tibial tendon dysfunction. Simultaneous participation in the rehabilitation programme that includes tibialis posterior exercises enhances therapy effectiveness. Patients who performed eccentric exercises were able to train with greater loads than individuals from the group where concentric exercises were applied. It is worth highlighting that in none of the patients did the symptoms exacerbate. The distance covered in 5 minutes did not increase, which probably resulted from the fact that no walking impairment was reported prior to the commencement of the programme [17].

poziomie 90-100%. Zaobserwowano znaczącą poprawę funkcji i redukcję bólu u wszystkich badanych, co wskazuje na zasadność stosowania ortez w przypadku niewydolności ścięgna mięśnia piszczelowego tylnego. Równoczesne uczestniczenie w programie rehabilitacyjnym zawierającym ćwiczenia mięśnia piszczelowego tylnego jeszcze zwiększa skuteczność terapii, pacjenci wykonujący ćwiczenia ekscentryczne osiągnęli większe obciążenia treningowe niż osoby zakwalifikowane do grupy z ćwiczeniami koncentrycznymi. Warto zaznaczyć, że u żadnego uczestnika programu ćwiczeń nie nastąpiło nasilenie objawów. Nie wystąpiło zwiększenie dystansu podczas testu 5-minutowego marszu, prawdopodobnie ze względu na brak zgłaszanych ograniczeń w chodzie u pacjentów przed przystąpieniem do programu [17].

Do programu ćwiczeń dla grupy badanej w niniejszej pracy włączone zostały dwa ćwiczenia dedykowane wzmocnieniu mięśnia piszczelowego tylnego oraz rozciąganie mięśnia brzuchatego łydki.

W roku 2015 został opublikowany protokół badania klinicznego z randomizacją, planujący ocenę leczenia nieoperacyjnego bólu związanego z niewydolnością ścięgna mięśnia piszczelowego tylnego, ze względu na niewielką ilość dowodów naukowych w tym temacie. Zakłada podział badanych spełniających kryteria włączenia podobne jak w badaniach Kulig [17] na trzy grupy: w pierwszej będą zastosowane jedynie indywidualnie dobrane ortozy, w drugiej dodatkowo pacjenci będą wykonywać ćwiczenia ekscentryczne, natomiast trzecia grupa otrzyma „fałszywe” ortozy, niekorygujące ustawienia stopy do pozycji neutralnej. Protokół jest planowany na okres 12 tygodni. Do oceny wyników mają być wykorzystane: ankieta Foot Function Index (FFI), Pain Disability Index (PDI), wizualno-analogowa skala do oceny bólu (VAS) oraz badanie biomechaniczne z użyciem platform w staniu, chodzie po płaskiej powierzchni i podczas schodzenia po schodach. Zaplanowane badania być może pozwolą poszerzyć aktualną wiedzę dotyczącą skuteczności i możliwości leczenia zachowawczego w niewydolności ścięgna mięśnia piszczelowego tylnego [18].

Badania Panichawita et al. obejmowały grupę osób z płaskostopiem w wieku 18-50 lat. Zastosowano ćwiczenia nadzorowane przez fizjoterapeutę 3 razy w tygodniu po 45 minut przez okres 2 miesięcy. Program składał się z ćwiczeń rozciągających mięśnie łydki i wzmocniających mięśnie: piszczelowy tylny, strzałkowy długi, zginacz długi palców,

The exercise programme implemented in the present study was supplemented with two exercises oriented at strengthening tibialis posterior and stretching gastrocnemius.

Due to insufficient scientific evidence, a study protocol for a randomised clinical trial (planning to evaluate non-operative treatment of pain associated with posterior tibial tendon dysfunction), with inclusion criteria similar to the research by Kulig [17], was published in 2015. It aims to randomly assign study participants to one of three different intervention groups. Group 1 will wear individualised foot orthoses only. Group 2 will wear foot orthoses and, additionally, perform eccentric exercises. Group 3 will receive sham foot orthoses only (without correcting to a neutral position of the foot). The intervention is intended to last for 12 weeks. The Foot Function Index (FFI), the Pain Disability Index (PDI), Visual Analogue Scale for pain (VAS) and a biomechanical examination with the use of force plates during standing as well as level and downstairs walking will be applied to assess the results. The planned study may contribute to enriching current knowledge regarding effectiveness and possibilities of conservative treatment of posterior tibial tendon dysfunction [18].

The study of Panichawita et al. included patients with pes planus aged 18-50. They received training three times a week (45 minutes per session) over a period of two months. The programme, supervised by a physiotherapist, involved calf muscle stretching exercises and strengthening tibialis posterior, peroneus longus, flexor digitorum longus, ankle dorsiflexors and intrinsic muscles as well as co-contraction of invertors and evertors. The study revealed increased tibialis posterior and peroneus longus strength, reduced pain and improved foot function. However, no significant differences were found in plantar pressure distribution when walking [13].

The findings of the present study also revealed significant changes in patients' subjective opinions concerning pain, ADL, SR and QOL (based on the survey) despite shorter duration of the exercise programme. The fact that the participants performed regular daily exercises with an increasing number of repetitions may have been of essence. Still, changes in plantar pressure distribution were significant but not in all areas.

Considerable differences between the study participants concerning their age, body weight and body height were the major limitation of the study.

zginacze podeszwowe stopy, mięśnie krótkie stopy oraz kokontrakcji mięśni nawracających i odwracających stopę. Badania wykazały wzrost siły mięśnia piszczelowego tylnego i strzałkowego długiego, zmniejszenie bólu i trudności w skali oceniającej funkcję stopy, jednakże nie zauważono istotnych statystycznie różnic w rozkładzie nacisków na powierzchnię podeszwy stóp podczas chodu [13].

Wyniki badań własnych także wykazały istotne statystycznie zmiany w subiektywnej ocenie pacjentów dotyczącej bólu, sprawności w czynnościach życia codziennego, sprawności funkcjonalnej w aktywności sportowej lub rekreacji oraz ocenie wpływu na jakość życia (na podstawie ankiety), pomimo krótszego czasu trwania programu ćwiczeń. Być może znaczące było tu systematyczne, codzienne wykonywanie ćwiczeń o wzrastającej liczbie powtórzeń. Natomiast zmiany w rozkładzie nacisków na podeszwowej stronie stóp nie we wszystkich strefach były istotne statystycznie.

Istotnym ograniczeniem w przedstawionych badaniach własnych było silne zróżnicowanie grupy badanej zarówno co do wieku, jak i masy ciała oraz wzrostu, co utrudnia wysnuwanie wniosków. Trudnością jest także bardzo często złożony obraz kliniczny i patomechanizm zmian w obrębie stopy i stawu skokowego ze współistniejącymi innymi patologiami w obrębie pozostałych stawów kończyn dolnych, a także kręgosłupa czy stawów skroniowo-żuchwowych. Jakkolwiek terapia prowadzona samodzielnie w domu pacjenta jest w pewnym stopniu poza kontrolą badających, to zastosowanie odpowiednich narzędzi monitorujących (w tym przypadku wykorzystanie dzienniczka ćwiczeń) pozwala na dokumentowanie przebiegu terapii. Cennym uzupełnieniem badań może być ocena czynnościowa pacjentów przy zastosowaniu programu ćwiczeń angażujących mięśnie krótkie stopy, o których znaczeniu w kontekście utrzymania stabilności łuków stopy i jej prawidłowej funkcji donoszą m.in. McKeon [19,20] i Jam [21]. Bez wątpienia, wpływ specjalistycznych ćwiczeń na dolegliwości bólowe i funkcję stopy nadal wymaga studiów.

Wnioski

Wykorzystane w tej pracy ćwiczenia korzystnie wpływają na zmianę rozkładu sił nacisku na powierzchnię podeszwy stóp, poprawę wydolności funkcjonalnej stóp oraz na zmniejszenie

Consequently, it was more difficult to draw conclusions. A complex clinical picture and the pathomechanism of changes within the foot and ankle joint, together with other simultaneous pathologies occurring in the remaining lower limb joints as well as in the spine and the temporomandibular joints constituted another difficulty. Despite the fact that home therapy is, to some extent, out of control, the use of appropriate monitoring tools (an exercise diary) makes it possible to record the course of the therapy. Functional assessment of the patients performed with the use of intrinsic foot muscle exercise programme can be a valuable addition to the research. McKeon [19,20] and Jam [21] emphasised the role of such exercises in terms of maintaining foot arch stability and its proper function. Without a doubt, further research is still needed to explore the effects of special exercises on foot pain and functioning.

Conclusions

Exercises applied in this study exert a positive influence on changes in plantar pressure distribution. They also improve functional capacity of the feet and reduce pain. The findings indicate that such exercises can be implemented in the therapy of adults with foot pain and flat foot and point to the need to carry out further research with a control group and randomisation.

Acknowledgements. The authors would like to extend their gratitude to Tadeusz Mazur, Ph.D., and Magdalena Wójcik, M.A., from 'Zdrowie' Rehabilitation Centre for making it possible to conduct pedobarographic examinations as well as providing examination assistance. The authors would like to thank Marta Chmura, M.A., from Life+ Medical Centres for supplying patients with exercise bands and balls. One of the authors (AG) expresses her thanks to Barbara Ciesielska, M.A., from the Faculty of Mathematics and Computer Science at the Jagiellonian University, for invaluable discussions.

dolegliwości bólowych. Przedstawione wyniki pozwalają na wprowadzanie tych ćwiczeń do terapii osób dorosłych z dolegliwościami bólowymi stóp towarzyszącymi płaskostopiu oraz wskazują na celowość prowadzenia dalszych badań, w tym z grupą kontrolną i randomizacją.

Podziękowania. Autorzy dziękują dr. med. Tadeuszowi Mazurowi i mgr Magdalenie Wójcik z Centrum Rehabilitacji „Zdrowie” za umożliwienie wykonania badań pedobarograficznych i pomoc w ich przeprowadzeniu, mgr inż. Marcie Chmurze z Salonów Medycznych Life za przekazanie taśm oraz piłeczek do ćwiczeń dla pacjentów. Jedną z Auterek (AG) dziękuje mgr Barbarze Ciesielskiej z Wydziału Matematyki i Informatyki Uniwersytetu Jagiellońskiego za cenne dyskusje.

Piśmiennictwo/References:

1. Borrelli AH. Plantar dominance. A major determinant in flatfoot stabilization. *Clin Podiatr Med Surg* 1999; 16(3): 407-21.
2. Conti MS, Chan JY, Do HT, Ellis SJ, Deland JT. Correlation of postoperative midfoot position with outcome following reconstruction of the stage II adult acquired flatfoot deformity. *Foot Ankle Int* 2015; 36(3):239-47.
3. Kulig K, Lee SP, Reischl SF, Noceti-DeWit L. Effect of posterior tibial tendon dysfunction on unipedal standing balance test. *Foot Ankle Int* 2015, 36(1):83-9.
4. Deland JT. Adult-acquired flatfoot deformity. *J Am Acad Orthop Surg* 2008; 16(7):399-406.
5. Ellis SJ, Yu JC, Johnson AH, Elliott A, O'Malley M, Deland J. Plantar pressures in patients with and without lateral foot pain after lateral column lengthening. *J Bone Joint Surg Am* 2010; 92(1): 81-91.
6. Noll KH. The use of orthotic devices in adult acquired flatfoot deformity. *Foot Ankle Clin* 2001; 6(1):25-36.
7. Halabchi F, Mazaheri R, Mirshahi M, Abbasian L. Pediatric flexible flatfoot; clinical aspects and algorithmic approach. *Iran J Pediatr* 2013; 23(3):247-60.
8. Evans AM, Rome K. A Cochrane review of the evidence for non-surgical interventions for flexible pediatric flat feet. *Eur J Phys Rehabil Med* 2011; 47(1):69-89.
9. Szczygieł E, Golec E, Mazur T, Sobczyk Ł. Analiza porównawcza dystrybucji nacisków na powierzchnię podszwowej stóp prawidłowo wysklepionych oraz stóp płaskich. *Przegl Lek* 2008; 65(1):4-7.
10. Lorkowski J, Bober M, Kotela I. Zaawansowane techniki przetwarzania obrazów wspomagające diagnostykę pedobarograficzną- wprowadzenie techniki Eigenfeet. *Problemy Lekarskie* 2013; 49: 36-42.
11. Springer BA, Marin R, Cyhan T, Roberts H, Gill NW. Normative values for the unipedal stance test with eyes open and closed. *J Geriatr Phys Ther* 2007; 30(1): 8-15.
12. koos.nu [Internet]. FAOS Foot & Ankle Survey, A User's Guide to: Foot and Ankle Outcome Score FAOS. Available from: <http://www.koos.nu/> [October 2016].
13. Panichawit Ch, Bovonsunthonchai S, Vachalathiti R, Limpasutirachata K. Effects of Foot Muscles Training on Plantar Pressure Distribution during Gait, Foot Muscle Strength, and Foot Function in Persons with Flexible Flatfoot. *J Med Assoc Thai* 2015; 98 Suppl 5:12-7.
14. Augustin JF, Lin SS, Berberian WS, Johnson JE. Nonoperative treatment of adult acquired flat foot with the Arizona brace. *Foot Ankle Clin* 2003; 8(3):491-502.
15. Chao W, Wapner KL, Lee TH, Adams J, Hecht PJ. Nonoperative management of posterior tibial tendon dysfunction. *Foot Ankle Int* 1996; 17(12):736-41.
16. Alvarez RG, Marini A, Schmitt C, Saltzman CL. Stage I and II posterior tibial tendon dysfunction treated by a structured nonoperative management protocol: an orthosis and exercise program. *Foot Ankle Int* 2006; 27(1):2-8.
17. Kulig K, Reischl SF, Pomrantz AB, Burnfield JM, Mais-Requejo S, Thordarson DB *et al.* Nonsurgical management of posterior tibial tendon dysfunction with orthoses and resistive exercise: a randomized controlled trial. *Phys Ther* 2009; 89(1):26-37.
18. Blasimann A, Eichelberger P, Brühlhart Y, El-Masri I, Flückiger G, Frauchiger L *et al.* Non-surgical treatment of pain associated with posterior tibial tendon dysfunction: study protocol for a randomised clinical trial. *J Foot Ankle Res* 2015; 8: 37.

19. McKeon PO, Hertel J, Bramble D, Davis I. The foot core system: a new paradigm for understanding intrinsic foot muscle function. *Br J Sports Med* 2014; 49:290.
20. McKeon PO, Fourchet F. Freeing the foot: integrating the foot core system into rehabilitation for lower extremity injuries. *Clin Sports Med* 2015; 34(2):347-61.
21. posturology.nl [Internet]. Jam B. Evaluation and retraining of the intrinsic foot muscles for pain syndromes related to abnormal control of pronation. Available from: http://posturology.nl/fileadmin/user_upload/IntrinsicMuscles_Pain_Syndromes.pdf [October 2016].