

## Ocena budowy morfologicznej stóp młodych tancerzek disco dance

Assessment of morphological architecture of feet in young Disco-Dance dancers

Nr DOI: 10.1515/physio-2015-0023

Elżbieta Piątek, Katarzyna Barczyk-Pawelec, Ewa Demczuk-Włodarczyk, Arletta Hawrylak

Wydział Fizjoterapii, Akademia Wychowania Fizycznego, Wrocław  
Department of Physiotherapy, Academy of Physical Education, Wrocław

### Streszczenie

**Cel pracy:** Celem pracy była ocena stanu wysklepienia stóp u tancerzek disco dance w wieku szkolnym na tle grupy nietreningujących rówieśniczek. **Materiał i metody:** Grupę badaną stanowiły 33 profesjonalne tancerki disco dance w wieku  $9 \pm 1,07$  r., należące do opolskich grup tanecznych. Grupę kontrolną tworzyły 33 dziewczęta w tym samym przedziale wiekowym, które nie uprawiały żadnej dyscypliny sportowej. Oceny stanu wysklepienia stóp dokonano metodą fotogrametryczną. **Wyniki:** Stan sklepienia podłużnego stóp tancerzek mieścił się w normie. Zaobserwowano jedynie znaczne szpotawe ustawienie V palca obu stóp. **Wnioski:** W obu grupach dziewcząt obserwowano wadliwe ustawienie palucha i palca V. Monitorowanie budowy morfologicznej stóp dzieci tańczących, szczególnie tych wchodzących w etap dojrzewania, jest bardzo istotne, ponieważ pozwoli na wczesne wykrycie zaburzeń, które mogłyby wynikać ze stosowania nadmiernych obciążeń i umożliwi wczesne podejmowanie działań profilaktycznych.

**Słowa kluczowe:** stopy, kąt Clarka, metoda fotogrametryczna, tancerze

### Abstract

**Aim of the study:** The aim of the study was to assess the condition of foot morphological structure of young Disco-Dance dancers compared to their untrained peers. **Material and methods:** The research was carried out among professional female Disco-Dance dancers, aged  $9 \pm 1.07$ , members of Opole dance groups. The control group consisted of 33 females in the same age range, not subject to regular professional training. The condition of morphological structure of their feet was evaluated with the use of the photogrammetric method. **Results:** Status of the dancers' longitudinal foot arch fit the norm. Considerable toe V varus was observed. **Conclusions:** In both groups defective positioning of hallux and toe V was stated. Monitoring morphological architecture of feet of young dancers, especially those entering the adolescence is very important because it will allow for early detection of disorders that may result from excessive stress and enable early prevention measures to be undertaken.

**Keywords:** feet, Clarke's angle, photogrammetric method, dancer

### Wprowadzenie

Taniec disco dance cieszy się coraz większą popularnością. Wzrasta też jego konkurencyjność. Jako rodzaj tańca sportowego należy do dyscyplin acyklicznych o dużej różnorodności ruchowej [1]. Wymaga opanowania złożonej techniki oraz znacznego poziomu koordynacji ruchowej. Wydaje się, że stan wiedzy na temat tańca disco dance udokumentowany w literaturze jest wciąż niedostateczny. Brakuje prac, które określałyby, w jakim stopniu trening tego tańca wpływa na stan wysklepienia stóp tancerzy.

Wielu autorów zajmowało się tańcem klasycznym, obserwując postawę ciała tancerzy baletowych. Longworth i wsp. [2] oraz Steinberg i wsp. [3] wykazali powiązanie częstości występowania skolioz i czynników prognostycznych jej rozwoju u tancerzy tańca klasycznego. Ponadto w płaszczyźnie strzałkowej zaobserwowano u nich znacznie lub umiarkowanie pogłębioną lordozę lędźwiową [4]. Sanches i wsp. [5] przeprowadzili badania mające na celu ocenę występowania nadmiernej ruchomości stawów

### Introduction

Disco-Dance has become increasingly popular. Its competitiveness has also grown. As a type of sports dance, it is an acyclic discipline with a large motor variety [1]. It requires learning complex techniques and a significant level of motor coordination. It seems that the state of knowledge regarding Disco-Dance documented in literature is still insufficient. There are not enough articles which would determine the extent of how dance impacts the foot structure of dancers.

Numerous authors have been researching classical dance, observing the body posture of ballet dancers. Longworth et al. [2] and Steinberg et al. [3] indicated a relation between the frequency of scoliosis occurrence and prognostic factors of its development in dancers of classical dance. Moreover, in the sagittal plane significantly or moderately deepened lumbar lordosis was observed [4]. Sanches et al. [5] conducted studies aimed at evaluating the occurrence of hypermobility of joints in a group

w grupie nauczycieli baletu i studentów szkół baletowych. Niektóre z publikacji przedstawiają hipermobilność stawów jako aut tancerza [6], pozostałe wskazują, że odnośzone kontuzje mają wpływ na zwiększenie ruchomości stawów biodrowych, w tym ruchu zgięcia, odwiedzenia i rotacji zewnętrznej [7]. Dobrze znana jest również problematyka czynników ryzyka kontuzji, częstości ich występowania, cech oraz konsekwencji wynikających ze specyfiki tańca klasycznego. Stawy w obrębie kończyn dolnych są najczęściej uszkodzoną strukturą, a przyczynę tego upatruje się w nadmiernym obciążeniu, rzadziej zaś łączy się ją z konkretnym urazem [8-10]. Campoy i wsp. [11] zauważyli, że najwięcej urazów było w obrębie segmentów anatomicznych stopy i kostki, które nastąpiły wskutek nadmiernego przeciążenia stóp. Uszkodzenia w tańcu klasycznym, jazzowym i współczesnym są przede wszystkim związane z czasem trwania praktyki tanecznej. Ponadto tancerze baletowi należący do elity, dzięki wypracowanej przez lata technice równowagi, doznają znacznie mniej urazów więzadła krzyżowego przedniego (ACL) niż osoby uprawiające sporty zespołowe [12].

Jak dotąd w literaturze można znaleźć informacje na temat urazowości w przypadku tańca irlandzkiego. Spośród tych urazów 80% jest związanych z przeciążeniami, blisko 100% dotyczy kończyn dolnych, stopy i stawów skokowych [13]. W tańcu flamenco 80% tancerzy doświadcza bólu śródstopia i podeszwowego nadmiernego rogowacenia przedniej części stopy [14].

Doniesienia naukowe obejmujące zagadnienie ukształtowania stóp osób uprawiających taniec dotyczą oddziaływania rodzaju tańca, obciążeń treningu oraz stażu treningowego na ich stan morfofunkcyjny. Davenport i wsp. [15] przeprowadzili badania, których przedmiotem było występowanie deformacji palucha koślawego i jego dalszych konsekwencji u tancerzy. Nie ma wystarczających dowodów, aby niezbicie wykazać, że taniec zwiększa występowanie palucha koślawego. Duże znaczenie w występowaniu palucha koślawego u tancerzy mają natomiast czynniki anatomiczno-dziedziczne [16]. Z powszechnie panującym przekonaniem, że balet wywołuje powstawanie palucha koślawego, nie zgadzają się Einarsdottir i wsp. [17], którzy na podstawie zdjęć rentgenowskich aktywnych i emerytowanych tancerzy nie wykazali różnicy w wartościach kątowych palucha koślawego u nich i u osób niebędących tancerzami. Grabara i Mazurek [18] zajmowały się podobną kwestią – oceniały wpływ tańca klasycznego na obniżenie sklepienia podłużnego stóp oraz występowanie palucha koślawego. Ahonen [19], ukazując złożoną biomechanikę stopy podczas różnego rodzaju tańca, opisał, jak niektóre pozycje baletowe powodują niestabilność przedniej części stopy. Opublikowane prace odnoszą się do różnych kategorii tańca. Brakuje jednak tych, w których zawarta byłaby ocena wpływu treningu tańca sportowego, jakim jest taniec disco dance, na proces kształtowania stóp młodych tancerzy. Taniec disco dance łączy w sobie wiele elementów różnych rodzajów tańca: klasycznego, współczesnego oraz towarzyskiego, ponadto wiele figur zaczerpniętych zostało z akrobatyki sportowej. Ta różnorodność elementów i rodzajów tańca niewątpliwie będzie oddziaływać na obciążenia stóp podczas treningów. Dlatego celem pracy była ocena budowy morfologicznej stóp tancerek disco dance oraz ocena, jak trening tego tańca wpływa na stan wysklepienia podłużnego i poprzecznego stóp, a także ułożenie palców I i V obu stóp. Założono, że budowa morfologiczna stóp dziewcząt trenujących taniec disco-dance będzie różnić się od budowy morfologicznej stóp dziewcząt nie trenujących żadnej dyscypliny sportowej.

of ballet teachers and students of ballet schools. Some publications present hypermobility of joints as an advantage for a dancer [6], others indicate that injuries influence increased mobility of hip joints, including the flexion, abduction and external rotation [7]. The topic regarding injury risk factors, frequency of their occurrence, features and consequences resulting from the specificity of classical dance is also well-known. Joints of the lower limbs are the most frequently damaged structure, and its cause is found in excessive stress; it is less frequently associated with a particular injury [8-10]. Campoy et al. [11] noticed that most injuries occurred within the anatomical segments of feet and ankles which is a result of excessive stress on the feet. Injuries in classical, jazz and modern dance are mostly related to the duration of dance practice. Moreover, ballet dancers who belong to the elite, thanks to the balance technique developed over the years, suffer from significantly less injuries of the anterior cruciate ligament (ACL) than people who are involved in team sports [12].

Up until now in literature one may find information about injuries in the case of Irish dance. Among these injuries 80% are related to excessive stress, nearly 100% concern lower limbs, feet and ankle joints [13]. In flamenco 80% of dancers experience pain of the metatarsus and plantar hyperkeratosis of the forefoot [14].

Scientific reports including the subject of the structure of feet in people involved in dance concern the impact of a given type of dance, training stress and years of training on their morphofunctional condition. Davenport et al. [15] conducted studies the subject of which was the occurrence of hallux valgus deformity and its consequences in dancers. There is no sufficient evidence to clearly indicate that dance increases the occurrence of hallux valgus. In the occurrence of hallux valgus in dancers anatomical hereditary factors have a large significance [16]. Einarsdottir et al. [17] do not agree with the common belief that ballet causes the occurrence of hallux valgus and on the basis of X-ray images of active and retired dancers they did not indicate any difference in the angular values of the hallux valgus in them and in people who did not dance. Grabara and Mazurek [18] were involved in a similar issue – they evaluated the impact of classical dance on lowering of the longitudinal foot arch and the occurrence of hallux valgus. Ahonen [19], indicating the complex biomechanics of feet during various types of dance, described how some ballet positions cause instability of the forefoot. The published articles refer to various dance categories. However, there are no publications which would include an assessment of the impact of training of a dance sport such as Disco-Dance on the formation process of feet of young dancers. Disco-Dance combines numerous elements of various types of dance: classical, modern and ballroom dance; furthermore, many moves originate from sports acrobatics. Such a variety of elements and types of dance will undoubtedly impact stress on a foot during training. Therefore, the objective of this elaboration was to assess the morphological structure of feet of Disco-Dance dancers and the assessment how training of such a dance impacts the conditions of the longitudinal and transverse foot arch as well as positioning of toes I and V of both feet. It was assumed that the morphology feet trainees girls dancing disco-dance will be different from the morphology feet girls not subject to regular professional training.

## Materiał i metody

Materiał badawczy stanowiło 66 dziewcząt w wieku  $9 \pm 1,09$  r. U żadnej z dziewcząt nie pojawiła się jeszcze pierwsza miesiączka. Zgodnie z założeniem pracy przyjęto dodatkowe kryteria włączenia dla obu grup: brak wad wrodzonych oraz innych zaburzeń i deformacji kręgosłupa i stóp (stwierdzony na podstawie informacji uzyskanych od rodziców i wcześniejszego wykonania uproszczonego badania ortopedycznego), staż taneczny wynoszący minimum 12 miesięcy. Badane dziewczęta zostały podzielone na dwie grupy: grupę badaną, liczącą 33 tancerki disco dance w wieku 9-11 lat ( $9 \pm 1,07$ ), należące do polskich zespołów tanecznych, oraz grupę kontrolną, którą stanowiły wybrane losowo dziewczęta ze szkół podstawowych miasta Wrocławia w wieku 9-11 lat ( $9 \pm 0,97$ ), nieuprawiające żadnej dyscypliny sportowej.

Badania w grupie badanej przeprowadzono podczas obozów tanecznych. Odbwały się one zawsze przed specjalistycznym treningiem, w godzinach dopołudniowych. Pomiarów wykonywano za pisemną zgodą trenerów zespołów tanecznych oraz rodziców badanych dziewcząt. Udzielono, zarówno trenerom, jak i rodzicom, szczegółowych informacji w zakresie metod i celu badania oraz możliwości odstąpienia od niego w dowolnym momencie jego trwania.

Badania w grupie kontrolnej również wykonano po uzyskaniu pisemnej zgody rodziców. Żadna z dziewcząt nie deklarowała uczestnictwa w systematycznych treningach sportowych, a ich aktywność fizyczna ograniczała się jedynie do obowiązkowych zajęć szkolnego wychowania fizycznego. W celu spełnienia wymogu rzetelności wszystkie badania przeprowadzono w godzinach przedpołudniowych z użyciem tej samej aparatury badawczej, obsługiwanej w trakcie wszystkich badań przez jednego badacza [20].

Wszystkie dziewczęta były praworęczne.

Oceny wysklepienia stóp dokonano metodą fotogrametryczną. Stanowisko badawcze składało się z podoskopu, kamery i źródła światła z rastrem oraz komputera. Program komputerowy dokonywał pomiaru wartości parametrów długościowych i szerokościowych obu stóp stopy z dokładnością do 0,5 mm [21]. Badanie zostało przeprowadzone dla obu stóp jednocześnie. Badana osoba stała swobodnie na podoskopie bez obuwia i skarpet, całe stopy opierając całą powierzchnią na płycie stanowiska. Zdjęcia podeszwy stopy wykonano w warunkach równomiernego ich obciążenia ciężarem własnym badanej osoby.

Analizie poddano następujące parametry (ryc. 1):

- budowę morfologiczną – określano ją za pomocą długości i szerokości stopy;
- ustawienie palców – określano je za pomocą kąta koślawości palucha ( $\alpha$ ), przyjmując, że wartość kąta  $0-9^\circ$  to prawidłowe ustawienie palucha, oraz kąta szpotałości palca V ( $\beta$ ), przyjmując, że wartość kąta  $0-7^\circ$  to prawidłowe ustawienie palca V [20];
- stan wysklepienia poprzecznego – określano go za pomocą proporcji długości do szerokości stopy (wskaźnik Wejsfloga), przyjmując wartość wskaźnika 2,55-3,00 jako prawidłowe wysklepienie poprzeczne, a wartość 2,00-2,50 – jako płaskostopie poprzeczne [20];
- stan wysklepienia podłużnego – określano go za pomocą wskaźnika kąтового Clarke'a, przyjmując, że zakres kąta poniżej  $28^\circ$  odpowiada stopie płaskiej,  $28-40^\circ$  – stopie obniżonej,  $40-51^\circ$  – stopie prawidłowo wysklepionej, powyżej  $51^\circ$  – stopie nadmiernie wysklepionej [20].

Dodatkowo wykonano pomiar wysokości i masy ciała z wykorzystaniem wagi elektronicznej z wzmocnieniem z dokładnością do 0,5 cm (wysokość ciała) i 0,1 kg (masa ciała).

Wyniki badań zostały opracowane za pomocą programu STATISTICA w. 10 PL. Analizy poszczegól-

## Materials and methods

The research group included 66 girls aged  $9 \pm 1.09$ . None of the girls started menstruation. In accordance with the assumption of the elaboration, additional criteria for both groups were assumed such as: no birth defects or other spine and foot disorders or deformations (on the basis of information obtained from parents and previous simplified orthopedic examination), years of dancing – at least 12 months. The girls participating in the study were divided into two groups: the study group consisting of 33 Disco-Dance dancers aged 9-11 ( $9 \pm 1.07$ ), members of Opole dance groups, and the control group consisting of randomly selected girls aged 9-11 ( $9 \pm 0.97$ ), who do not participate in any sports.

Studies in the study group were conducted during dance camps. They always took place before a specialized training in the mornings. Measurements were performed upon written consent of dance team coaches and parents of the studied girls. Both coaches and parents were provided detailed information in the field of methods and the objective of the study as well as the option to withdraw from it at any time of its duration.

Studies in the control group were also conducted upon written consent of parents. None of the girls declared participation in regular sports trainings, and their physical activity was limited to obligatory classes of P.E. In order to fulfill the requirement of reliability, all studies were conducted in the mornings using the same devices used during all studies by one researcher [20].

All of the girls were right-handed.

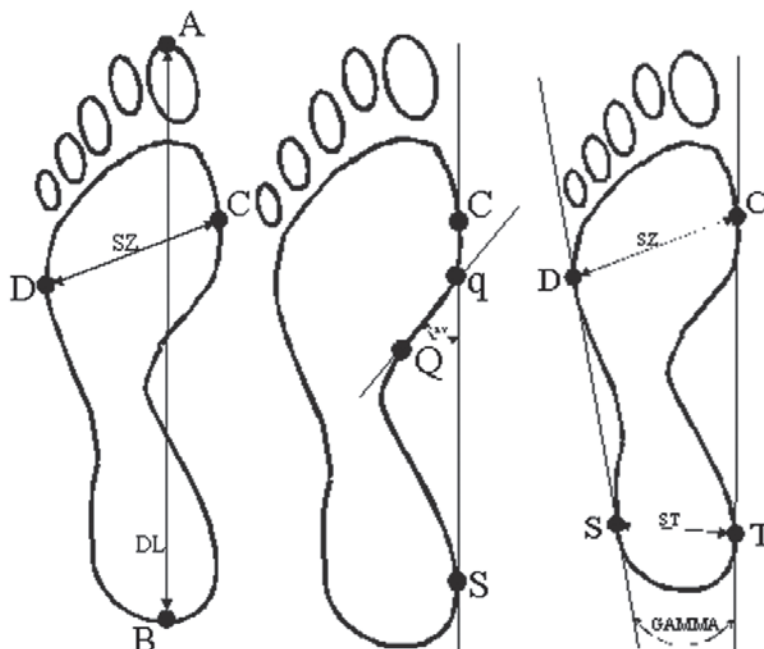
The assessment of the foot structure was performed using the photogrammetric method. The research station consisted of a podoscope, a camera and a light source with a raster and a computer. The computer program measured values of foot length and width with an accuracy of 0.5 mm [21]. The study was conducted for both feet simultaneously. The participant was standing freely on the podoscope bare foot, placing both feet entirely on the station panel. Images of the foot plantar were made under conditions of even stress of the studied person's weight.

The following parameters were subject to analysis (Fig. 1):

- morphological structure – which was determined by the foot length and width;
- toe positioning – which was determined using the angle of the hallux valgus deformity ( $\alpha$ ), assuming that the angle  $0-9^\circ$  is the correct positioning of the hallux, and the angle of toe V varus deformity ( $\beta$ ), assuming that the angle  $0-7^\circ$  is the correct positioning of toe V [20];
- condition of the transverse foot arch – determined using the proportion of the length and the width of the foot (Wejsflog index), assuming the index value of 2.55-3.00 as the correct transverse foot arch, and the value of 2.00-2.50 – as transverse flat foot [20];
- condition of the longitudinal foot arch – determined using the Clarke's angular index, assuming that an angle below  $28^\circ$  corresponds to flat foot,  $28-40^\circ$  – lowered foot,  $40-51^\circ$  – correctly structured foot, above  $51^\circ$  – extensively structured foot [20].

Additionally, measurements of the height and weight using an electronic scale with a stadiometer with an accuracy to 0.5 cm (body height) and 0.1 kg (body weight) were taken.

The study results were developed using the program STATISTICA w. 10 PL. Analyses of particular parameters



Ryc. 1. Parametry długościowe stóp, wskaźnik kątowy Clarke'a, kąt koślawości ALFA, kąt piętowy GAMMA (Źródło: [http://www.cq.com.pl/n\\_st\\_podstawy.html](http://www.cq.com.pl/n_st_podstawy.html))  
Fig. 1. Length parameters of the foot, Clarke's angular index, ALFA deformity angle, GAMMA heel angle ([http://www.cq.com.pl/n\\_st\\_podstawy.html](http://www.cq.com.pl/n_st_podstawy.html))

gólnych parametrów dokonano na podstawie wyliczonej średniej arytmetycznej, odchylenia standardowego, współczynnika zmienności, wartości minimalnych i maksymalnych. Uwzględniając wyliczenia poszczególnych parametrów, określono budowę morfologiczną stóp oraz stan przodostopia, stan wysklepienia poprzecznego i stan wysklepienia podłużnego u wszystkich badanych. Istotność różnic między analizowanymi grupami wyznaczono, stosując test t-Studenta dla danych niezależnych. Za statystycznie istotne różnice przyjęto wartości przy  $p = 0,05$ .

## Wyniki

Analizę parametrów opisujących budowę morfologiczną stóp, ustawienie palców I i V oraz wysklepienie poprzeczne i podłużne przedstawiono w tabeli 1. Wykazano, że obciążenie stóp osób tańczących nie było czynnikiem różnicującym sklepienia stopy. Wyjątek stanowi sklepienie poprzeczne stopy prawej, w przypadku której stwierdzono, że taniec poprawia jego architekturę. Odnotowano także, że w grupie tancerek obie stopy były nieznacznie dłuższe i węższe niż w grupie dziewcząt nie tańczących.

Po dokonaniu analizy ustawienia palców stopy, można stwierdzić, że u wszystkich badanych ich układ był prawidłowy. Statystycznie istotne zróżnicowanie wartości wskazuje, że ustawienie palucha i palca V było bardziej prawidłowe u tancerek niż w grupie kontrolnej. W obu grupach wartości odchylenia standardowego oraz minimum i maksimum wskazują jednak, że indywidualne wyniki badań mogą znacznie różnić się od wartości średniej. Zarówno wśród tancerek, jak i osób nie tańczących były dzieci z wadą ustawienia palucha i palca V.

Na podstawie analizy częstości występowania wysklepienia stóp u tancerek wykazano różnice w wysklepieniu między stopą prawą i lewą. Obniżone wysklepienie częściej stwierdzano w przypadku stopy lewej niż stopy prawej (tab. 2).

were performed based on the calculated arithmetic mean, standard deviation, coefficient of variation, minimum and maximum values. Taking into account calculations of particular parameters, the morphological structure of feet and the condition of the forefoot, the condition of the transverse foot arch and the condition of the longitudinal foot arch in all participants were determined. The significance of differences between the analyzed groups was determined, using the t-Student test for independent data. Values at  $p = 0.05$  were assumed statistically significant.

## Results

The analysis of the parameters describing the morphological structure of feet, positioning of toes I and V as well as transverse and longitudinal foot arches were presented in table 1. It was indicated that stress on the feet of dancers was not a factor differentiating foot arches. An exception was the transverse foot arch of the right foot in the case of which it was indicated that dance improves its architecture. It was also noted that in the group of dancers their feet were insignificantly longer and narrower than in the group of girls who did not dance.

Having performed the analysis of the positioning of toes, it could be stated that in all participants the positioning was correct. Statistically significant differences in values show that positioning of the hallux and toe V was better in dancers than in the control group. However, in both groups values of standard deviation and minimum and maximum values indicate that individual study results can significantly differ from the average value. Both among dancers and girls who did not dance there were children with a defect concerning the positioning of the hallux and toe V.

Based on the analysis of the frequency of the occurrence of foot arch in dancers, differences between foot arches in the right and the left feet were indicated. A lowered foot arch was more frequently diagnosed in the case of the left than right foot (Tab. 2).

Tabela 1. Statystyczna charakterystyka parametrów opisujących budowę morfologiczną stóp oraz ich różnice między grupą badaną a kontrolną  
Table 1. Statistical characteristics of parameters describing the morphological structure of feet and their differences between the study group and the control group

Parametr Parameter	Grupa badana Study group				Grupa kontrolna Control group				t	p
	$\bar{x}$	SD	min.	max	$\bar{x}$	SD	min.	max		
Stopa prawa Right foot										
DLp	203,67	19,17	173,00	272,00	199,88	12,69	178,00	229,00	-0,9466	0,3474
SZp	75,64	6,23	64,00	88,00	76,85	4,63	69,00	87,00	0,8971	0,3730
DL/SZp	<b>2,69</b>	<b>0,20</b>	2,31	3,17	2,60	0,13	2,41	2,88	<b>-2,1747</b>	<b>0,0334*</b>
$\alpha$ p	<b>4,76</b>	<b>3,79</b>	0,30	16,90	7,55	4,83	0,70	18,50	<b>2,6134</b>	<b>0,0112*</b>
$\beta$ p	<b>17,05</b>	<b>7,11</b>	1,10	34,80	12,46	3,51	5,00	22,80	<b>-3,3248</b>	<b>0,0015*</b>
CLp	48,07	7,30	30,10	61,30	46,11	4,97	36,50	53,80	-1,2749	0,2070
Stopa lewa Left foot										
DLI	202,61	14,80	173,00	229,00	199,91	12,80	178,00	231,00	-0,7916	0,4315
SZI	74,67	6,65	61,00	88,00	75,18	4,99	67,00	87,00	0,3561	0,7230
DL/SZI	2,72	0,20	2,22	3,08	2,66	0,12	2,44	2,93	-1,4963	0,1395
$\alpha$ l	<b>4,78</b>	<b>4,07</b>	0,30	20,10	<b>7,06</b>	<b>4,01</b>	0,80	17,10	<b>2,2914</b>	<b>0,0252*</b>
$\beta$ l	<b>15,18</b>	<b>6,93</b>	1,10	33,10	<b>12,01</b>	<b>4,92</b>	0,40	24,10	<b>-2,1445</b>	<b>0,0358*</b>
CLI	47,52	7,97	32,90	64,10	46,65	5,64	30,50	56,40	-0,5117	0,6106

\*  $p \leq 0,05$

Tabela 2. Ocena wysklepienia łuku podłużnego stopy prawej i lewej za pomocą wskaźnika kąowego Clarke'a w grupie badanej  
Table 2. Assessment of the longitudinal foot arch of the right foot and the left foot using Clarke's angular index in the study group

Wysklepienie łuku podłużnego Longitudinal foot arch	Grupa badana Study groups	
	Stopa prawa Right foot [%]	Stopa lewa Left foot [%]
Płaska Flat	3,00	0,00
Obniżone wysklepienie Lowered	21,20	30,20
Normalna Normal	60,60	54,50
Podwyższone wysklepienie Raised	15,20	15,20

## Dyskusja

Podczas badań własnych zaobserwowano, że u dziewcząt z obu grup wartości analizowanych parametrów wysklepienia stóp mieściły się w granicach pozwalających uznać je za wartości prawidłowe, wyjątek stanowił jedynie kąt szpotawości V palca obu stóp, którego wielkość ponad dwukrotnie przekraczała granice przyjętej normy. Nie wykazano istotnej różnicy w wysklepieniu podłużnym stóp, odnotowano natomiast lepsze wysklepienie poprzeczne u tancerek niż u dziewcząt nie-tańczących. Na uzyskany wynik obserwacji ma jednak wpływ długość i szerokość stopy. Dłuższa i węższa budowa stopy tancerek dała wynik proporcji tych parametrów statystycznie istotnie wyższy w porównaniu z rezultatem w grupie kontro-

## Discussion

During the authors' own studies, it was observed that in girls from both groups values of the analyzed parameters of the foot arch ranged within the limits allowing them to be considered as correct values; only the varus angle of toe V of both feet constituted an exception as its size exceeds the limits of accepted standard more than twice. No significant difference in the longitudinal foot arch was indicated, however a better transverse foot arch was noted in dancers than in girls who did not dance. The foot length and width impact the obtained results of observations. A longer and narrower structure of dancers' feet provided the results of the proportion of these parameters which was statistically significantly higher in com-

Inej. Można więc przypuszczać, że prawidłowo opracowany i optymalnie dopasowany do wieku dzieci trening tańca disco dance będzie poprawiać budowę i architekturę stóp.

Ocena wpływu procesu treningowego na stan stóp dzieci i młodzieży rzadko dokonywana jest przez badaczy. A to właśnie technika pracy stóp podczas treningu oddziałuje na parametry szybkości tańca, a co za tym idzie – na jego jakość, płynność i samą technikę [22]. Taniec disco dance charakteryzuje się bardzo szybkim i dynamicznym tempem zmian ustawienia stóp i całego ciała tancerza, dlatego bardzo ważne jest prawidłowe ukształtowanie anatomiczne stóp i wydolność jej pracujących mięśni u przyszłego zawodowego tancerza. W literaturze można znaleźć wiele publikacji poruszających problem ukształtowania stóp w tańcu klasycznym, który w tańcu disco dance jest jednym z jego elementów. Ten rodzaj tańca stanowi przedmiot zainteresowań badaczy ze względu na нефизjologiczne ustawienie stopy, co w konsekwencji może prowadzić do jej deformacji [18]. Szczególną uwagę należy zwrócić na znaczne, przekraczające wyraźnie granice normy, szpotawe ustawienie V palca. Przyczyną szpotawości palca u tancerek może być używane obuwie, bardzo dopasowane do stopy i często, mimo udoskonalień, niewygodne i powodujące nadmierny ucisk na przodostopie. Buty typu jazz sneakers używane w tańcu disco dance mają ograniczony kąt zgięcia podszwowego śródstopia w porównaniu ze stopą bez obuwia. Ograniczenia te zmniejszają ruchomość stopy, mogą inicjować błędną aktywację mięśni podczas tańca [23]. Wyniki przeprowadzonych badań pozwalają przypuszczać, że specyficzna, dynamiczna i bardzo zmienna, praca kończyn dolnych oraz przyjmowane przez młode tancerki figury mogą być przyczyną tych nieprawidłowości. Tancerze podczas zaplanowanego treningu poświęcają dużo czasu na wzmocnienie mięśni przywodzicieli, w czasie wykonywania „bure” mięśnie przywodziciele pracują, aby skrzyżować nogi. Czwarta i piąta pozycja zaczerpnięta z tańca klasycznego wymaga od przyśrodkowych mięśni uda dużej aktywności w celu stabilizacji miednicy, a do kombinacji skoków także potrzebna jest siła tych mięśni. Potwierdzeniem tego przypuszczenia jest większe obciążenie strony zewnętrznej krawędzi stóp i częste szpotawienie palucha. Grabara i Mazurek [18], badając tancerzy szkół baletowych na terenie Śląska, odnotowały obniżenie sklepienia podłużnego oraz koślawość palucha u tych osób. Makarczuk [24] objął badaniami tancerzy szkół baletowych z całego kraju. Zauważył, że mają oni wyżej ukształtowane łuki podłużne oraz że w tej grupie badanych występuje największy procent stóp wydrążonych. Ponadto autor potwierdził występowanie koślawego ustawienia palucha wśród baletnic. Budowa morfologiczna stóp baletnic poddana została analizie również w badaniach Świdarskiej [25]. U 1493 dzieci ze szkół baletowych, muzycznych i podstawowych autorka zauważyła, że populacja dzieci 10-letnich ze wszystkich typów szkół w 20% charakteryzuje się płaskostopiem poprzecznym. U 12-letnich baletnic deformacja ta wzrasta do 45%, u pozostałych dzieci nie zmienia się. Czechowska i wsp. [26] wykazali również, że uprawianie tańca współczesnego lub towarzyskiego nie ma wpływu na zmiany w ukształtowaniu stóp. Podobne wyniki uzyskały Pelc i Filar [27], stwierdzając u tancerzy tańców towarzyskich prawidłowe wysklepienie stopy lewej.

Na szczególną uwagę podczas omawiania problemów związanych ze stopą zasługuje stopa dziecka. Poddane badaniom własnym tancerki były w wieku, w którym stopy kończą swój intensywny wzrost i kończy się formowanie łuków podłużnych i poprzecznych. Zdaniem Bac [28] oraz Lizisa [29] to właśnie w wieku 9-13 lat łuki stóp są już ukształtowane ostatecznie, wysklepienie jest takie samo jak u osób do-

parison to the results in the control group. Therefore, we can assume that properly developed dance training optimally adjusted to a child's age will improve the foot structure and architecture.

The assessment of the impact of the training process on the condition of feet in children and young people is rarely performed by researchers. And it is the foot functioning technique during training that impacts the parameters of the dancing speed, and therefore – its quality, fluidity and the technique itself [22]. Disco-Dance is characterized by a very quick and dynamic pace of changing positions of the feet and the entire body of the dancer, therefore the correct anatomical formation of feet and capacity of muscles in future professional dancers are very important. In literature one can find numerous publications concerning the subject of foot formation in classical dance which is one of the main elements of Disco-Dance. This type of dance constitutes an object of interest of researchers due to non-physiological foot positioning which may consequently lead to its deformation [18]. Particular attention should be paid to significant – clearly exceeding limits of the standard – varus positioning of toe V. The cause of varus deformation of the toe in female dancers may be a result of the shoes which are very tight and frequently – despite development – very uncomfortable and causing excessive pressure on the forefoot. Jazz sneaker shoes used in Disco-Dance have a limited plantar bending angle of the metatarsus in comparison with the foot without shoes. These limitations reduce foot mobility, and may initiate incorrect activation of muscles while dancing [23]. The results of the conducted studies allow the assumption that specific, dynamic and very variable functioning of the lower limbs and positions assumed by young dancers may be the reason of these abnormalities. Dancers during a planned training commit a lot of time to strengthen adductor muscles, when doing “bure” adductor muscles function to cross the legs. The fourth and fifth positions originating from classical dance requires significant activity from medial thigh muscles in order to stabilize the pelvis, and strength of these muscles is also required for jump combinations. A confirmation of this assumption is more stress of the external side of foot edges and frequent varus deformation of the hallux. Grabara and Mazurek [18], studying dancers from ballet schools in the Silesia region, noted a lowering of the longitudinal foot arch and varus deformation of the hallux in these people. Makarczuk [24] studied dancers from ballet schools from the entire country. He noticed that they have higher foot arches and that in the study group there is a high percentage of pes cavus. Moreover, the author confirmed the occurrence of the hallux valgus among female ballet dancers. The morphological structure of feet of ballet dancers was subject to analysis also in the studies conducted by Świdarska [25]. In 1,493 children from ballet schools, music schools and primary schools, the author noticed that of the population of 10-year-old children from all types of schools 20% is characterized by transverse flat foot. In 12-year-old ballet dancers this deformation increased up to 45% and it does not change in other children. Czechowska et al. [26] indicated that participating in modern dance or ballroom dance does not impact changes in foot formation. Similar results were obtained by Pelc and Filar [27], who stated correct foot arch in the left foot in dancers of ballroom dance.

A child's foot deserves particular attention when discussing issues related to feet. Dancers subject to the authors' own studies were at an age when feet finish their intense growth and formulation of longitudinal and transverse arches is completed. According to Bac [28] and Lizis [29] at the age of 9-13 foot arches are finally formed and the foot arch

rosłych. Dlatego tak ważne okazuje się znalezienie i opisanie zależności między różnymi czynnikami (np. treningiem tanecznym) mogącymi mieć wpływ na powstanie patologii. Dogłębne zrozumienie zmian, jakie dokonują się w obrębie stopy młodego tancerza, pozwoli na lepsze poznanie, diagnozowanie i ewentualne leczenie jej schorzeń.

W dostępnej literaturze jest wiele prac poświęconych ocenie ukształtowania stóp osób uprawiających różne dyscypliny sportu [30-36]. Budowa i wysklepienie stóp niewątpliwie zależy od obciążenia treningowego i rodzaju dyscypliny. Lichota [30] wykazała na podstawie swoich badań u zawodników wybranych dyscyplin sportowych nieprawidłowy przebieg łuków podłużnych i poprzecznych. Autorka zaobserwowała również niewielką różnicę w stanie wysklepienia między stopą lewą i prawą. Odmienne wyniki uzyskała Trocińska [31] w grupie osób trenujących karate: u większości badanych występowało prawidłowe wysklepienie podłużne stopy. Olkowski i Ślężyńska [32] przyjęli podobne stanowisko, twierdząc, że wśród osób uprawiających sport większy odsetek badanych ma prawidłowo wysklepienie stopy w stosunku do osób nieuprawiających sportu. Demczuk-Włodarczyk i Bieć [33] po przeprowadzeniu swoich badań stwierdziły, że sklepienie podłużne było prawidłowo ukształtowane u zawodników trenujących sporty walki i nie zmieniło się mimo dużego zmęczenia mięśni treningiem. Odnotowały natomiast jego negatywne oddziaływanie na sklepienie poprzeczne. Prawidłową budowę morfologiczną wysklepienia podłużnego i poprzecznego zawodników sekcji judo potwierdzają doniesienia opublikowane przez Boguszewską [34]. Podobne wyniki uzyskali Lizis i wsp. [35], wykazując niski odsetek stóp płaskich podłużnie, co doprowadziło do wniosku, że płaskostopie nie jest powszechną deformacją stóp dzieci uprawiających siatkówkę. Stawowiak [36] przedstawił, w jakim stopniu trening wpływa na budowę stóp 12-letnich zawodników trenujących lekkoatletykę, piłkę nożną i piłkę ręczną. Autor nie odnotował jednak statystycznie istotnych różnic w wartościach badanych cech między grupami. Demczuk-Włodarczyk i Bieć [33] twierdzą, że sporty walki nie zaburzają architektury sklepienia podłużnego, natomiast zmieniają rozkład siły nacisku na stronie podeszwowej stóp. Badania wymienionych autorów prowadzone były na osobach dorosłych, których proces kształtowania się i formowania architektury stóp został już dawno zakończony.

Mimo że badania zostały starannie przygotowane i przeprowadzone, należy wspomnieć o ograniczeniach w interpretacji uzyskanych rezultatów. Mogą one wynikać z małej liczebności tancerek biorących udział w badaniu. Analiza zgromadzonych danych skłania do wniosku, że istnieje potrzeba dalszych badań ukierunkowanych na obserwację zmian w ukształtowaniu stóp młodych tancerek. Pozwoli to na wczesne wykrycie ewentualnych zaburzeń, które mogłyby wynikać ze stosowania nadmiernych obciążeń treningowych, a tym samym na podjęcie odpowiednich działań profilaktycznych. Prawidłowo dobrany i zaplanowany trening taneczny z elementami ćwiczeń korekcyjnych może przywrócić prawidłowe warunki anatomiczne stóp oraz wydolność mięśniową, obniżoną ze względu na ogólne osłabienie układu mięśniowego, spowodowane dysproporcją między siłą mięśni decydujących o wysklepieniu stopy a wymaganiami, jakie muszą spełnić [20].

## Wnioski

W grupie tancerek najczęściej obserwowano prawidłowe ukształtowanie stóp, natomiast w obu grupach dziewcząt obserwowano wadliwe ustawienie palucha i palca V, które jednocześnie różnicowało budowę morfologiczną stóp pomiędzy tancerkami a dziewczynkami nietrenującymi.

is identical to the foot arch of adults. Therefore, it is very important to find and describe dependencies between various factors (e.g. dance training) which can impact the occurrence of pathologies. Deep understanding of changes within the foot of a young dancer will allow us to get to know, diagnose and potentially treat its diseases.

In available literature there are numerous works concerning the assessment of foot formation in people involved in various sports [30-36]. The structure and foot arch undoubtedly depend on training stress and the type of sport. Lichota [30] on the basis of her studies indicated incorrect longitudinal and transverse foot arches in athletes of selected sports. The author also observed slight difference in the condition of the foot arch between the left and right foot. Different results were obtained by Trocińska [31] in the group of people training karate: most participants had correct longitudinal foot arches. Olkowski and Ślężyńska [32] assumed a similar standpoint, stating that among people involved in sports a larger percentage of participants had correct foot arches in comparison to people who were not involved in sports. Demczuk-Włodarczyk and Bieć [33], after conducting their studies, stated that the longitudinal foot arch was correctly formed in athletes training martial arts and it did not change despite significant fatigue of muscles due to training. However, they noted its negative impact on the transverse foot arch. The correct morphological structure of the longitudinal and transverse foot arch of athletes in the judo section was confirmed by reports published by Boguszewska [34]. Similar results were obtained by Lizis et al. [35], indicating a low percentage of longitudinally flat feet which resulted in the conclusion that flat foot is a common foot deformation in children playing volleyball. Stawowiak [36] presented to what extent training impacts the foot structure of 12-year-old athletes involved in athletics, football and handball. However, the author did not note statistically significant differences in values of the studies features between groups. Demczuk-Włodarczyk and Bieć [33] argue that martial arts do not disturb the architecture of the longitudinal foot arch, however they change the distribution of the pressure force on the plantar side of the foot. Studies conducted by the above mentioned authors were conducted on adults whose process of foot architecture formation was completed a long time ago.

Although the studies were diligently prepared and conducted, limitations in the interpretation of the obtained results must be mentioned. They can arise from the small quantity of dancers participating in the study. The analysis of the collected data leads to the conclusion that there is a need for further studies targeted at observing the changes in the formation of feet in young dancers. It will allow early identification of potential disorders which could result from the application of excessive training stresses, and therefore to undertake adequate preventive measures. Appropriately selected and planned dance training with elements of corrective exercises can restore the appropriate anatomical condition of feet and muscle capacity which was reduced due to general weakening of the muscle system caused by the disproportion between the strength of muscles which decide about the foot arch and the requirements they need to fulfill [20].

## Conclusions

In the group of dancers frequently observed proper formation feet, while in both groups defective positioning of hallux and toe V was stated. This also differentiate morphology structure of feet between dancers and non-training girls.

## Piśmiennictwo

## References

- [1] Zabrodzka A., Sawczyn S., Efektywność kształtowania koordynacyjnych zdolności motorycznych u tancerzy tańca sportowego na początkowym etapie szkolenia. *Rocznik Naukowy, AWFIS*, 2010, XX, 48-54.
- [2] Longworth B., Fary R., Hopper D., Prevalence and predictors of adolescent idiopathic scoliosis in adolescent ballet dancers. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, 2014, 95 (9), 1725-1730.
- [3] Steinberg N., Hershkovitz I., Peleg S., Dar G., Masharawi Y., Zeev A. et al., Morphological characteristics of the young scoliotic dancer. *Phys. Ther. Sport*, 2013, 14 (4), 213-220.
- [4] Ambegaonkar J.P., Caswell A.M., Kenworthy K.L., Cortes N., Caswell S.V., Lumbar lordosis in female collegiate dancers and gymnasts. *Med. Probl. Perform. Art.*, 2014, 29 (4), 189-192.
- [5] Sanches S.B., Oliveira G.M., Osório F.L., Crippa J.A., Martín-Santos R., Hypermobility and joint hypermobility syndrome in Brazilian students and teachers of ballet dance. *Rheumatol. Int.*, 2014, 35 (4), 741-747.
- [6] Foley E.C., Bird H.A., Hypermobility in dance: asset, not liability. *Clin. Rheumatol.*, 2013, 32 (4), 455-461.
- [7] Drężewska M., Gałuszka R., Śliwiński Z., Hip joint mobility in dancers: preliminary report. *Ortop. Traumatol. Rehabil.*, 2012, 14 (5), 443-452.
- [8] Allen N., Nevill A., Brooks J., Koutedakis Y., Wyon M., Ballet injuries: injury incidence and severity over 1 year. *J. Orthop. Sports Phys. Ther.*, 2012, 42 (9), 781-790.
- [9] Ekegren C.L., Quested R., Brodrick A., Injuries in pre-professional ballet dancers: incidence, characteristics and consequences. *J. Sci. Med. Sport*, 2014, 17 (3), 271-275.
- [10] Macintyre J., Joy E., Foot and ankle injuries in dance. *Clin. Sports Med.*, 2000, 19 (2), 351-368.
- [11] Campoy F.A., Coelho L.R., Bastos F.N., Netto Júnior J., Vanderlei L.C., Monteiro H.L. et al., Investigation of risk factors and characteristics of dance injuries. *Clin. J. Sport Med.*, 2011, 21 (6), 493-498.
- [12] Liederbach M., Dilgen F.E., Rose D.J., Incidence of anterior cruciate ligament injuries among elite ballet and modern dancers: a 5-year prospective study. *Am. J. Sports Med.*, 2008, 36 (9), 1779-1788.
- [13] Stein C.J., Tyson K.D., Johnson V.M., Popoli D.M., d'Hemecourt P.A., Micheli L.J., Injuries in Irish dance. *J. Dance Med. Sci.*, 2013, 17 (4), 159-164.
- [14] Castillo-López J.M., Vargas-Macías A., Domínguez-Maldonado G., Lafuente-Sotillos G., Ramos-Ortega J., Palomo-Toucedo I.C. et al., Metatarsal pain and plantar hyperkeratosis in the forefeet of female professional flamenco dancers. *Med. Probl. Perform. Art.*, 2014, 29 (4), 193-197.
- [15] Davenport K.L., Simmel L., Kadel N., Hallux valgus in dancers: a closer look at dance technique and its impact on dancers' feet. *J. Dance Med. Sci.*, 2014, 18 (2), 86-92.
- [16] Biz C., Favero L., Stecco C., Aldegheri R., Hypermobility of the first ray in ballet dancer. *Muscles Ligaments Tendons J.*, 2013, 2 (4), 282-288.
- [17] Einarsdottir H., Troell S., Wykman A., Hallux valgus in ballet dancers: a myth? *Foot Ankle Int.*, 1995, 16 (2), 92-94.
- [18] Grabara M., Mazurek A., Uprawianie tańca klasycznego – wpływ na wysklepienie stóp. *Wych. Fiz. Zdr.*, 2007, 11, 9-13.
- [19] Ahonen J., Biomechanics of the foot in dance: a literature review. *J. Dance Med. Sci.*, 2008, 12 (3), 99-108.
- [20] Rykała J., Snela S., Drzał-Grabiec J., Podgórska J., Nowicka J., Kosiba W., Ocena wysklepienia podłużnego i poprzecznego stóp w warunkach obciążenia i obciążenia masą własną u dzieci w wieku 7-10 lat. *Prz. Med. Uniw. Rzesz. Inst. Leków*, 2013, 2, 183-193.
- [21] Demczuk-Włodarczyk E., Budowa stopy w okresie rozwoju progresywnego człowieka. AWF, Wrocław 2003.
- [22] Prosen J., James N., Dimitriou L., Perš J., Vučković G., A tie-motion analysis of turns performed by highly ranked viennese waltz dancers. *J. Hum. Kinet.*, 2013, 37, 55-62.
- [23] Fong Yan A., Smith R., Vanwanseele B., Hiller C., Mechanics of jazz shoes and their effect on pointing in child dancers. *J. Appl. Biomech.*, 2012, 28 (3), 242-248.
- [24] Makarczuk A., Zmiany w budowie przodostopia u dzieci i młodzieży uprawiających taniec. In: Jopkiewicz A. [ed.], *Auksjologia a promocja zdrowia*, KTN, Kielce, 2000, 77-83.
- [25] Świdarska K., *Zdrowie tancerzy*. PWN, Warszawa 1995.
- [26] Czechowska D., Śnieżek A., Bac A., Sosin P., Ciszek E., Golec E., Analiza zmian konfiguracji stóp i otluszczenia u tancerek tańców współczesnych oraz towarzyskich. *Kwart. Ortop.*, 2010, 3, 372-383.
- [27] Pelc Z., Filar K., Health-promoting and aesthetic aspects of practicing party dance versus lumbar spine loading. *Annales UMCS*, 2005, 60, 279-282.
- [28] Bac A., Budowa morfologiczna stóp dzieci i młodzieży krakowskiej z uwzględnieniem wybranych czynników wpływających na ich kształtowanie. *Monografie (AWF, Kraków)*, 2013, 17.
- [29] Lizis P., Kształtowanie się wysklepienia łuku podłużnego stopy i problemy korekcji płaskostopia u dzieci i młodzieży w wieku rozwojowym. *Podręczniki i Skrypty (AWF, Kraków)*, 2000, 47-65.
- [30] Lichota M., Plandowska M., Mil P., Wysklepienie stóp zawodników wybranych dyscyplin sportowych. *Pol. J. Sport Tourism*, 2013, 20, 135-146.
- [31] Trocińska A., Charakterystyka wybranych parametrów budowy stóp kobiet i mężczyzn uprawiających karate. In: Marecki B. [ed.], *Sport i turystyka we współczesnym stylu życia*, AWF, Poznań 2009, 89-95.
- [32] Olkowski G., Ślężyńska I., Wysklepienie stóp – zależność od czynników środowiskowych i aktywności ruchowej. *Wych. Fiz. Zdr.*, 2010, 9, 20-23.
- [33] Demczuk-Włodarczyk E., Bieć E., Budowa morfologiczna stóp zawodników trenujących sporty walki. *Fizjoterapia*, 2002, 10 (3-4), 37-42.
- [34] Boguszewska K., Ocena wysklepienia stóp zawodników sekcji judo AZS-AWF Warszawa. *Zeszyty Meto-*



dyczno-Naukowe AWF w Katowicach, 2008, 25, 255-262.

- [35] Lizis P., Puszczalowska E., Ridan T., Budowa morfologiczna stóp dziewcząt i chłopców uprawiających siatkówkę. *Young Sport Sci. Ukraine*, 2011, 3, 149-153.
- [36] Stawowiak S., Charakterystyka budowy podszwowej powierzchni stóp w wybranych dyscyplinach sportu u chłopców w wieku 12 lat. Praca magisterska. AWF, Kraków 1999.

**Adres do korespondencji:**

**Address for correspondence:**

Elżbieta Piątek  
Akademia Wychowania Fizycznego  
Wydział Fizjoterapii, Katedra Fizjoterapii i Terapii Zajęciowej  
al. I.J. Paderewskiego 35  
51 – 612 Wrocław  
e-mail: elzbieta.piatek90@gmail.com

**Wpłynęło / Submitted:** VII 2015  
**Zatwierdzono / Accepted:** XII 2015