

Justyna Rykała<sup>1 (A,B,C,D,E,F)</sup>, Sławomir Snela<sup>1 (A,C,G)</sup>, Justyna Drzał-Grabiec<sup>1 (A,B,D)</sup>,  
Justyna Podgórska<sup>1 (A,B,F)</sup>, Joanna Nowicka<sup>1 (C)</sup>, Waldemar Kosiba<sup>2,3 (C,E,G)</sup>

## Ocena wysklepienia podłużnego i poprzecznego stóp w warunkach odciążenia i obciążenia masą własną u dzieci w wieku 7–10 lat

### Evaluation parameters of longitudinal and transverse arches of the feet in both non-weight bearing and weight-bearing conditions in children aged from 7 to 10

<sup>1</sup> Instytut Fizjoterapii Uniwersytetu Rzeszowskiego

<sup>2</sup> NZOZ „Uroczę” Kraków

<sup>3</sup> Szpital im. S. Żeromskiego, Kraków

#### STRESZCZENIE

**Wstęp:** Architekturę zewnętrzną stopy tworzy system łuków podłużnych i poprzecznych, które rozciągają się pod wpływem obciążenia i powracają do stanu wyjściowego w odciążeniu. Celem pracy jest analiza parametrów wysklepienia podłużnego oraz poprzecznego stóp w warunkach odciążenia oraz obciążenia masą własną.

**Materiał i metoda:** Do badań przystąpiło 182 uczniów (91 chłopców oraz 91 dziewczynek), w wieku od 7 do 10 lat. Metodą wykorzystaną w pracy była metoda fotogrametryczna, oparta na zjawisku moiry projekcyjnej. Zdjęcia stóp wykonano w warunkach odciążenia, a następnie równomiernego obciążenia ciężarem własnym. Analizie statystycznej poddano wartości kąta Clarke’a oraz wskaźnika Wejsfloga.

**Wyniki:** Wyliczając dane dla całej grupy zaobserwowano istotną statystycznie różnicę w wartościach analizowanych parametrów otrzymanych w badaniu w odciążeniu oraz obciążeniu. Podobne wyniki uzyskano uwzględniając w analizie statystycznej płeć i wiek badanych.

#### ABSTRACT

**Introduction:** External architecture of foot is formed by a system of longitudinal and transverse arches that are stretched under load and return to baseline at relieving. The aim of this study is to analyze the parameters of longitudinal and transverse arches of the feet in both non-weight bearing and weight-bearing conditions.

**Material and methods:** 182 pupils joined the study (91 boys and 91 girls), aged from 7 to 10. The method used in the study has been photogrammetric method, based on the moiré phenomenon.

Photos of the feet were taken in non-weight bearing and then balanced weight-bearing conditions. Photograms of right foot were used for the analysis. Clarke’s angle and Wejsflog index values have been analyzed.

**Results:** Calculating the data for the whole group a statistically significant difference in the values of the parameters received in the non-weight bearing and weight-bearing state has been observed. Similar results have been

Udział współautorów / Participation of co-authors: A – przygotowanie projektu badawczego / preparation of a research project; B – zbieranie danych / collection of data; C – analiza statystyczna / statistical analysis; D – interpretacja danych / interpretation of data; E – przygotowanie manuskryptu / preparation of a manuscript; F – opracowanie piśmiennictwa / working out the literature; G – pozyskanie funduszy / obtaining funds

**Wnioski:** 1. W badaniu w obciążeniu, wraz z wiekiem, dzieci charakteryzowały się gorszym wysklepieniem poprzecznym. 2. W badaniu w obciążeniu, wraz z wiekiem, dzieci charakteryzowały się lepszym wysklepieniem podłużnym stóp.

**Słowa kluczowe:** stopy, kąt Clarke'a, wskaźnik Wejsfloga, dzieci

## Wstęp

Stopa w trakcie filogenezy przeszła szereg zmian przystosowujących ją do przenoszenia dużych i dynamicznych obciążeń, musi więc być dostatecznie silna, aby utrzymać ciężar całego ciała i jednocześnie amortyzować wstrząsy podczas lokomocji [1]. Układ kostny stopy posiada swoistą architekturę wewnętrzną i zewnętrzną umożliwiającą zarówno utrzymanie ciężaru ciała jak i zdolność dopasowania się do zmian podłoża, ruchów, pozycji i obciążenia. Architekturę zewnętrzną stopy tworzy system łuków podłużnych i poprzecznych, które rozciągają się pod wpływem obciążenia i powracają do stanu wyjściowego w odciążeniu [2, 3]. Całość sklepienia utrzymywana jest dzięki odpowiedniemu napięciu mięśni, torebek stawowych i więzadeł spajających wzajemnie stawy. Warunkują one elastyczność stopy, amortyzowanie wstrząsów oraz sprawiają, że chód jest sprężysty i lekki [4–7].

Prawidłowo zbudowana stopa w warunkach odciążenia opiera się o podłoże trzema punktami: guzem kości piętowej oraz głową pierwszej i piątej kości śródstopia. W prawidłowych warunkach w trakcie obciążenia masą własną, łuk podłużny przyśrodkowy stopy obniża się (na wysokość kości łódkowatej, ok. 15–20 mm), a stopa ulega wydłużeniu. W przebiegu wady dotyczącej stóp płaskich wyróżnia się trzy podstawowe okresy różniące się charakterem stwierdzonych zmian: niewydolności mięśniowej, niewydolności więzadłowej, zmian utrwalonych. Pierwszy okres (niewydolność mięśniowa) charakteryzuje się tym, że w odciążeniu łuki stopy ukształtowane są prawidłowo, natomiast w obciążeniu ciężarem własnym ulegają spłaszczeniu i to zazwyczaj dopiero po pewnym czasie przebywania w pozycji stojącej. W drugim okresie zmiany są zdecydowanie wyraźniejsze, choć uniesiona stopa może jeszcze przyjmować prawidłowy kształt. W trzecim okresie łuki stopy są już trwale odkształcone i występują zmiany strukturalne. Zatem porównanie ukształtowania stóp w badaniu zarówno w warunkach odciążenia jak i obciążenia, pozwala na ocenę stanu funkcjonalnego i wydolności stopy.

## Cel

Celem pracy jest analiza parametrów wysklepienia podłużnego oraz poprzecznego stóp dzieci w wieku od 7–10 lat, w warunkach odciążenia oraz obciążenia masą własną.

observed when taking into account the gender and age of the respondents.

**Conclusions:** 1. With the age of children, they characterized by a lower transverse arch in a study with weight-bearing conditions. 2. With the age of children, they characterized by a better longitudinal arch in a study with weight-bearing conditions.

**Key words:** feet, Clarke's angle, Godunow-Sztriter index, Wejsflog index, children

## Introduction

In the course of phylogenesis, the foot has undergone several changes that adapted it to carrying large and dynamic loads. Therefore, it has to be strong enough to bear the weight of the whole body and, simultaneously, to cushion shock during locomotion [1]. The skeleton of the foot has its own intrinsic and extrinsic structure that enable the foot to bear the body weight and, at the same time, to adapt to the changes in the ground, movement, position and load. The extrinsic structure of the foot is formed by a system of longitudinal and transverse arches, which stretch under load and return to baseline at relieving [2, 3]. The arches are maintained by pulling muscles, joint capsules and strong ligaments that hold joints together. These structures make the foot flexible, cushion shocks and make the gait springy and light [4–7].

In non-weight bearing conditions, a healthy foot rests on the ground on three points: the calcanean tuber, and the heads of the first and the fifth metatarsals bones. Under normal weight-bearing conditions, the medial longitudinal arch lowers on the level of the navicular bone by 15–20 mm, and the foot lengthens. In flat feet, there are three basic stages distinguished by the character of the diagnosed disorder: muscle insufficiency, ligament insufficiency, fixed disorder. During the first stage (muscle insufficiency), in non weight-bearing conditions the foot arches are shaped normally, and in weight-bearing conditions they become lowered, usually after a certain time spent in the standing position. In the second stage, the disorders become distinctive, though a raised foot may still assume the normal shape. In the third stage, the foot arches become permanently deformed, and structural disorders occurs. Therefore, comparing the foot shape in weight-bearing and non weight-bearing conditions allows for the assessment of the state and function of feet.

## Aim of the study

The aim of this study was to analyze the parameters for longitudinal and transverse foot arches in children aged 7–10 years, in weight-bearing and non weight-bearing conditions.

## Materials and methods

The study was conducted at a primary school in Rzeszów, Poland. Out of 420 students of the school, 200 schoolchildren were drawn for the study. A function of

## Materiał i metoda

Badania przeprowadzono w szkole podstawowej w Rzeszowie. Spośród 420 dzieci uczęszczających do szkoły, wylosowano 200 osób do badania. Losowanie odbyło się z wykorzystaniem funkcji programu Statistica – losowanie bez powtórzeń. Po wyłączeniu osób niespełniających kryteriów włączenia, do badań przystąpiło 182 uczniów (91 chłopców oraz 91 dziewczynek), w wieku od 7 do 10 lat. Rodzice badanych dzieci wyrazili pisemną zgodę na badania. Najliczniejsze grupy stanowili: 8-latkowie (29% badanych; 53 osoby) oraz 7-latkowie (27% badanych; 49 osób). Nieco mniej liczną grupę stanowili 10-latkowie (24% grupy badanej; 44 osób) oraz 9-latkowie (20% badanej grupy; 36 osób). Zgodnie z założeniami i celem pracy przyjęto kryteria włączenia: wiek 7–10 lat, zgoda osoby badanej, zgoda rodziców na badanie fotogrametryczne stóp, brak wad wrodzonych oraz innych deformacji stóp (stwierdzone na podstawie informacji uzyskanych od rodziców oraz obserwacji własnej).

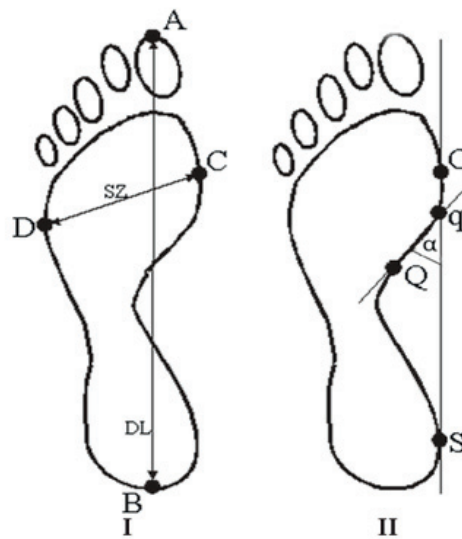
Metodą wykorzystaną w pracy była metoda fotogrametryczna, oparta na zjawisku mory projekcyjnej. W badaniu wykorzystano aparaturę do komputerowej oceny stóp CQ Elektronik System. Badanie zostało wykonane według ogólnie przyjętych zasad [8, 9]. Zdjęcia stóp wykonano w warunkach odciążenia (osoba badana siedziała na krześle z regulowaną wysokością siedziska, tak aby stopy były ustawione pod kątem prostym do podudzia, a podudzie pod kątem prostym do uda), następnie w warunkach równomiernego obciążenia ciężarem własnym. Analizie statystycznej poddano następujące parametry: kąt Clarke'a (CL) oraz wskaźnika Wejsfloga (DL/SZ). Ze względu na brak normalnego rozkładu zmiennych do analizy posłużono się testem kolejności par Wilcoxona. Za poziom istotności statystycznej przyjęto  $p < 0,05$ . Wyniki istotne statystycznie przedstawione w tabelach, zostały oznaczone: gwiazdką (\*). Obliczono także średnią, medianę i odchylenie standardowe dla pomiarów w obciążeniu i odciążeniu. Do analizy różnic między wynikami w kilku grupach (w zależności od wieku) posłużono się nieparametrycznym testem ANOVA Kruskala-Wallis. Do szczegółowej analizy porównującej wyniki w poszczególnych przedziałach wiekowych między sobą wykorzystano test post-hoc – test porównań wielokrotnych. Za poziom istotności statystycznej przyjęto  $p < 0,05$ . Wysklepienie podłużne oceniano na podstawie wartości kąta Clarke'a w oparciu o podział Kasperczyka: zakres poniżej 28 stopni odpowiada stopie płaskiej, 28–40 stopni – stopa obniżona, 40–51 stopni – stopa prawidłowa wysklepiona, powyżej 51 stopni to stopa nadmiernie wysklepiona [10]. Sklepienie poprzeczne określono na podstawie wskaźnika Wejsfloga (stosunek długości stopy do jej szerokości prawidłowo wynosi 3:1. Wartość wskaźnika 2,55–3,00 określa prawidłowe wysklepienie poprzeczne; wartość 2,00–2,50 – płaskostopie poprzeczne [11, 12]. Obliczono odsetek występowania płaskostopia poprzecznego oraz podłużnego w badanej grupie (tabela 1 i 2).

the Statistica programme (draw without returns) was used for the draw. Children who did not meet the criteria were excluded from the study, so finally the study population consisted of 182 schoolchildren, 91 boys and 91 girls, aged 7–10 years. The children's parents expressed their written consent for the children to participate in the study. The most numerous age groups were: the 8-year olds (29% of the subjects; 53 children) and the 7-year olds (27% of the subjects; 49 children). There were slightly fewer 10-year olds (24% of the subjects, 44 children) and 9-year olds (20% of the subjects, 36 children). The criteria for qualification for the study, chosen in accordance with the aim and the theoretical assumptions of the study, were the following: age between 7 and 10 years, consent of the subject, consent of the subject's parents for the a photogrammetric assessment of feet, absence of congenital foot disorders or other foot deformations (confirmed on the basis of information from the parents and by our own observations).

The study used the photogrammetric method, based on the moiré projection. Computer feet assessment equipment, CQ Elektronik System, was used for the study. The measurements were taken according to the generally approved rules [8, 9]. The images were taken first in the non weight-bearing conditions (the subject was sitting in a chair with regulated seat, with their feet at the right angle to their shins, and shins at the right angle to the thighs), and then in the balanced weight-bearing conditions.

The following parameters were statically analysed: Clarke's angle (CL) and Wejsflog index (DL/SZ). As the variables studied did not exhibit a normal distribution, the Wilcoxon signed-rank test was used. The statistical significance cut-off was set at  $p < 0,05$ . Statistically significant results were marked (\*). The mean, the median and the standard deviation for measurements in the non-weight-bearing conditions and in the weight-bearing conditions were calculated. To analyze differences in results among several groups (depending on subjects' age), the non-parametric ANOVA Kruskal-Wallis test was used. For the detailed comparative analysis of results among separate age groups the post-hoc testing for multiple comparisons was used. The statistical significance cut-off was set at  $p < 0,05$ . The longitudinal arch was assessed according to the Clarke's angle value, on the basis of Kasperczyk's classification: a range below 28 degrees denotes flat feet, 28–40 degrees – fallen arches 40–51 degrees – healthy feet, over 51 degrees – feet with excessive arches [10]. The transverse arch was assessed according to the Wejsflog index. The correct quotient of foot length to the foot width is 3:1. Values between 2.55 and 3.00 denote healthy transverse arch, and values between 2.00 and 2.50 denote transversely flat feet [11, 12]. The longitudinal and transversal flat feet percentages were calculated for the study population (Tables 1 and 2).

Figure 1 presents how the abovementioned parameters were calculated.



Ryc. 1. Sposób wyznaczania wskaźników pantograficznych: I – wskaźnika Wejsfloga, II – kąta Clarke'a [9]

Fig 1. Calculating the pantographic indexes: I – the Wejsflog index, II – the Clarke's angle [9]

Tab. 1. Charakterystyka badanej grupy na podstawie wartości wskaźnika Wejsfloga (badanie w obciążeniu masą własną)

Tab. 1. Characteristics of the study group based on the value of Wejsflog index (study with weight-bearing conditions)

	Typ wysklepienia / type of arch	Cała grupa / the whole group		Dziewczynki / girls		Chłopcy / boys		7-latki / 7-year-olds		8-latki / 8-year-olds		9-latki / 9-year-olds		10-latki / 10-year-olds	
		N	%	N	%	N	%	(N)	%	(N)	%	(N)	%	(N)	%
stopa prawa / right foot	prawidłowe wysklepienie poprzeczne / correct transverse arch	159	87,3	82	90,1	77	84,6	45	91,8	50	94,3	24	66,7	40	90,9
	płaskostopie poprzeczne / transversely flat feet	23	12,7	9	9,9	14	15,4	4	8,2	3	5,7	12	33,3	4	9,1
stopa lewa / left foot	prawidłowe wysklepienie poprzeczne / correct transverse arch	156	85,7	78	85,7	78	85,7	45	91,8	51	96,2	20	55,5	40	90,9
	płaskostopie poprzeczne / transversely flat feet	26	14,3	13	14,3	13	14,3	4	8,2	2	3,8	16	44,5	4	9,1

Tab. 2. Charakterystyka badanej grupy na podstawie wartości kąta Clarke'a (badanie w obciążeniu masą własną)

Tab. 2. Characteristics of the study group based on the value of Clarke's angle (study with weight-bearing conditions)

	Typ wysklepienia / type of arch	Cała grupa / the whole group		Dziewczynki / girls		Chłopcy / boys		7-latki / 7-year-olds		8-latki / 8-year-olds		9-latki / 9-year-olds		10-latki / 10-year-olds	
		N	%	N	%	N	%	(N)	%	(N)	%	(N)	%	(N)	%
stopa prawa / right foot	płaska / flat	44	24,2	21	23,1	23	25,2	14	28,6	16	30,2	5	13,9	9	20,4
	obniżona / fallen	75	41,2	34	37,3	41	45,1	27	55,1	28	52,8	9	25	11	25
	prawidłowo wysklepiona / correct arches	37	20,3	18	19,8	19	20,9	7	14,3	8	15,1	8	22,2	14	31,8
	nadmiernie wysklepiona / excessive arches	26	14,3	18	19,8	8	8,8	1	2	1	1,9	14	38,9	10	22,8
stopa lewa / left foot	płaska / flat	52	28,6	18	19,8	34	37,3	17	34,7	20	37,7	6	16,8	9	20,5
	obniżona / fallen	63	34,6	37	40,6	26	28,6	19	38,8	20	37,7	11	30,5	13	29,5
	prawidłowo wysklepiona / correct arches	41	22,5	22	24,2	19	20,9	12	24,5	10	18,9	8	22,2	11	25
	nadmiernie wysklepiona / excessive arches	26	14,3	14	15,4	12	13,2	1	2	3	5,7	11	30,5	11	25



**Tab. 3. Porównanie parametrów ukształtowania stóp w całej grupie w warunkach obciążenia oraz odciążenia**  
**Tab. 3. Comparison of parameters characterizing the shape of the feet in the whole group under load and offload**

Zmienne / variables	Pomiar w obciążeniu masą własną / study with weight-bearing conditions			Pomiar w odciążeniu / study with non-weight bearing conditions			Z	p
	$\bar{x}$	Me	s	$\bar{x}$	Me	s		
DL/SZ prawa DL/SZ right	2,70	2,69	0,19	2,75	2,76	0,38	4,17	0,0000*
DL/SZ lewa DL/SZ left	2,67	2,69	0,20	2,74	2,75	0,30	3,32	0,0009*
CL prawa CL right	42,25	38,70	27,02	52,94	50,60	26,27	6,88	0,0000*
CL lewa CL left	41,00	40,40	23,89	50,35	47,80	21,93	5,70	0,0000*

**Tab. 4. Porównanie parametrów ukształtowania stóp w warunkach obciążenia oraz odciążenia w grupie chłopców**  
**Tab. 4. Comparison of parameters characterizing the shape of the feet under load and offload in the boy's group**

Płeć: chłopcy / gender: boys Zmienne/ variables	Pomiar w obciążeniu masą własną / study with weight-bearing conditions			Pomiar w odciążeniu / study with non-weight bearing conditions			Z	p
	$\bar{x}$	Me	s	$\bar{x}$	Me	s		
DL/SZ prawa DL/SZ right	2,68	2,64	0,20	2,71	2,79	0,43	3,82	0,0001*
DL/SZ lewa DL/SZ left	2,68	2,71	0,21	2,71	2,79	0,33	2,02	0,0430*
CL prawa CL right	41,57	37,30	34,28	53,25	48,90	34,06	5,32	0,0000*
CL lewa CL left	36,73	38,00	17,82	49,62	46,20	26,93	4,70	0,0000*

Na rycinie 1 przedstawiono sposób wyznaczania ww. parametrów.

## Wyniki

W tabeli 3 zamieszczono statystyki opisowe oraz wartość prawdopodobieństwa testowego parametrów uzyskanych w warunkach odciążenia oraz obciążenia, analizowanych dla całej badanej grupy. Analiza wyników badań stóp w warunkach obciążenia przeprowadzona dla całej grupy wskazuje, że wartości wszystkich analizowanych parametrów wysklepienia stóp z wyjątkiem wartości kąta Clarke'a dla stóp prawych (wartości mediany świadczące o obniżeniu łuku podłużnego), mieszczą się w granicach pozwalających uznać je za wartości prawidłowe. Zaobserwowano istotną statystycznie różnicę w wartościach analizowanych parametrów otrzymanych w badaniu w odciążeniu oraz obciążeniu. Wartości wskaźnika Wejsfloga (DL/SZ) otrzymane w odciążeniu są wyższe, przez co bardziej zbliżone do wartości prawidłowych. W badaniu w odciążeniu, wielkości kąta Clarke'a lokują się w przedziale wskazującym na ich przynależność do kategorii stóp prawidłowo wydrążonych.

Wyniki analizy badań, przeprowadzonych osobno w grupie dziewcząt przedstawiono w tabeli 5, zaś w grupie chłopców w tabeli 4. Zaobserwowano, że wartości wskaźnika Wejsfloga są prawidłowe w badaniu w odciążeniu jak i obciążeniu.

## Results

Table 3 presents descriptive statistics and test probability values for parameters measured in non-weight-bearing conditions and weight-bearing conditions, analyzed for the whole study population. The analysis of feet measurements in weight-bearing conditions conducted for the whole study population reveals that all analyzed parameter values for foot arches can be assessed as correct; except for the Clarke's angle for right feet (the median values, pointing at a fallen longitudinal arch). Statistically significant differences were observed in the analyzed parameter values when comparing the measurements in the non-weight bearing and weight-bearing conditions. The Wejsflog index values (DL/SZ) in the non-weight bearing conditions are higher, which means they are closer to normal values. In the non-weight bearing conditions, the Clarke's angle values are within the range for normal feet.

Table 4 presents test results for the boys group, and table 5 presents test results for the girls group. The Wejsflog index values are normal under load and offload, both in the group of boys and in the group of girls. In contrast, the Clarke's angle values under load in the boys group point at fallen longitudinal arches, while offload these values are normal. In the girls group, the Clarke's angle values under load point at normal longitudinal foot arches.

**Tab. 5. Porównanie parametrów ukształtowania stóp w warunkach obciążenia oraz odciążenia w grupie dziewcząt**  
**Tab. 5. Comparison of parameters characterizing the shape of the feet under load and offload in the girl's group**

Płeć: dziewczęta / gender: girls	Pomiar w obciążeniu masą własną / study with weight-bearing conditions			Pomiar w odciążeniu / study with non- weight bearing conditions			Z	p
	Zmienne / variables	$\bar{x}$	Me	s	$\bar{x}$	Me		
DL/SZ prawa DL/SZ right	2,71	2,70	0,19	2,80	2,73	0,31	2,11	0,0353*
DL/SZ lewa DL/SZ left	2,67	2,69	0,18	2,78	2,75	0,25	2,69	0,0071*
CL prawa CL right	43,07	42,10	14,51	52,57	55,45	11,87	4,38	0,0000*
CL lewa CL left	46,12	43,75	28,96	51,23	50,70	14,03	3,22	0,0013*

**Tab. 6. Parametry uzyskane w badaniu w obciążeniu masą własną – porównanie ze względu na wiek**  
**Tab. 6. The parameters obtained in the study with weight-bearing conditions – a comparison by age**

Pomiar w obciążeniu masą własną / study with weight-bearing conditions	7 lat / 7 years			8 lat / 8 years			9 lat / 9 years			10 lat / 10 years			p
	Zmienne/ variables	$\bar{x}$	Me	s	$\bar{x}$	Me	S	$\bar{x}$	Me	s	$\bar{x}$	Me	
DL/SZ prawa DL/SZ right	2,80	2,84	0,19	2,75	2,71	0,18	2,62	2,62	0,21	2,61	2,58	0,12	0,0052*
DL/SZ lewa DL/SZ left	2,77	2,77	0,14	2,73	2,74	0,14	2,59	2,57	0,25	2,60	2,63	0,14	0,0010*
CL prawa CL right	33,80	35,55	8,87	39,01	34,80	40,36	45,97	45,10	14,47	51,98	52,50	10,74	0,0000*
CL lewa CL left	35,39	37,30	12,71	28,88	30,20	13,69	53,07	48,20	32,42	51,88	53,65	10,94	0,0000*

żeniu, zarówno wśród chłopców i dziewczynek. Natomiast uzyskane wartości kąta Clarke'a w badaniu w obciążeniu w grupie chłopców świadczą o obniżeniu wysklepienia podłużnego stóp, a w badaniu w odciążeniu mieszczą się w granicach normy. Wartości tego parametru uzyskane przez dziewczynki – w badaniu w obciążeniu świadczą o prawidłowo ukształtowanych łukach podłużnych stóp.

W tabeli 6 przedstawiono statystyki opisowe oraz wartość prawdopodobieństwa testowego parametrów uzyskanych w warunkach obciążenia, zaś w tabeli 9 w warunkach odciążenia, analizowanych dla całej badanej grupy z podziałem na wiek. Tabele 7 i 8 przedstawiają zależności na podstawie testu post-hoc, kolejno dla: wskaźnika Wejsfloga oraz kąta Clarke'a ocenianych w obciążeniu, zaś tabele 10 i 11 zależności na podstawie testu post-hoc, kolejno dla wskaźnika Wejsfloga oraz kąta Clarke'a, ocenianych w odciążeniu.

Analiza danych zamieszczonych w tabeli 6 wskazuje, że wraz z wiekiem badanych dzieci wartość wskaźnika Wejsfloga ulega zmniejszeniu. Wynik ten świadczy o tym, że najmłodszy badani (7-letni) charakteryzują się lepszym wysklepieniem poprzecznym niż najstarsi (10-letni). Wartości kąta Clarke'a wraz z wiekiem dzieci zwiększały się (w badaniu w obciążeniu). W grupie 7 oraz 8-latków odbiegały od normy (wskazywały na obniżenie

Table 6 presents the descriptive statistics and the test probability values for parameters measured under load, and table 9 presents the same measurements offload, analyzed for the whole study population divided into age groups. Tables 7 and 8 present correlations based on the post-hoc testing, for the Wejsflog index and the Clarke's angle respectively, measured under load. Tables 10 and 11 present correlations based on the post-hoc testing, for the Wejsflog index and the Clarke's angle respectively, measured offload.

Analysis of table 6 data reveals that the Wejsflog index values decreased with age of the subjects. This means that the youngest subjects (seven-year-olds) have better transverse foot arches than the oldest subjects (ten-year-olds). The Clarke's angle values increased with age of the subjects, in the measurements under load. In the seven-year-olds and eight-year-olds they diverged from the norm – they pointed at fallen longitudinal arches. In older children, the nine-year-olds, the Clarke's angle values pointed at normal longitudinal arches, while in ten-year-olds at excessive longitudinal arches. The Clarke's angle measurements offload (table 9) for the seven-year-olds and the eight-year-olds are within the norm, while for the nine-year-olds and the ten-year-olds they point at excessive longitudinal arch.

Tab. 7. Zależności na podstawie testu post-hoc dla wskaźnika Wejsfloga uzyskanego w badaniu obciążeniu

Tab. 7. Relationships for the post-hoc test for Wejsfloga index obtained in the study with weight-bearing conditions

DL/SZ prawa DL/SZ right	7 lat / 7 years	8 lat / 8 years	9 lat / 9 years	10 lat / 10 years	DL/SZ lewa DL/SZ left	7 lat / 7 years	8 lat / 8 years	9 lat / 9 years	10 lat / 10 years
7 lat 7 years		1,0000	0,0416*	0,0598	7 lat 7 years		1,0000	0,0096*	0,0378*
8 lat 8 years	1,0000		0,0855	0,1465	8 lat 8 years	1,0000		0,0216*	0,1160
9 lat 9 years	0,0416*	0,0855		1,0000	9 lat 9 years	0,0096*	0,0216*		1,0000
10 lat 10 years	0,0598	0,1465	1,0000		10 lat 10 years	0,0378*	0,1160	1,0000	

Tab. 8. Zależności na podstawie testu post-hoc dla kąta Clarke'a uzyskanego w badaniu w obciążeniu

Tab. 8. Relationships for the post-hoc test for Clarke's angle obtained in the study with weight-bearing conditions

CL prawa CL right	7 lat / 7 years	8 lat / 8 years	9 lat / 9 years	10 lat / 10 years	CL lewa/ CL left	7 lat / 7 years	8 lat / 8 years	9 lat / 9 years	10 lat / 10 years
7 lat 7 years		1,0000	0,0280*	0,0026*	7 lat 7 years		1,0000	0,0528	0,0134*
8 lat 8 years	1,0000		0,0014*	0,0002*	8 lat 8 years	1,0000		0,0000*	0,0000*
9 lat 9 years	0,0280*	0,0014*		1,0000	9 lat 9 years	0,0528	0,0000*		1,0000
10 lat 10 years	0,0026*	0,0002*	1,0000		10 lat 10 years	0,0134*	0,0000*	1,0000	

wysklepienia podłużnego). U dzieci starszych, w wieku 9 lat wartości kąta Clarke'a wskazywały na prawidłowe wysklepienie podłużne, zaś u 10-latków na nadmierne wysklepienie. Natomiast uzyskane w badaniu w obciążeniu (tab. 9) wartości kąta Clarke'a dla 7- i 8-latków mieszczą się w granicach normy, zaś dla 9- i 10-latków wskazują na nadmierne wysklepienie łuku podłużnego.

## Dyskusja

W badaniach własnych zaobserwowano, że wartości wszystkich analizowanych parametrów wysklepienia stóp, uzyskane w badaniu w obciążeniu, mieszczą się w granicach pozwalających uznać je za wartości prawidłowe (wyjątek stanowią wartości kąta Clarke'a uzyskane dla stóp prawych). Nie zaobserwowano istotnej różnicy w wysklepieniu łuków poprzecznych stóp pomiędzy dziewczętami a chłopcami. Zaobserwowano natomiast, że w badaniu w obciążeniu dziewczynki charakteryzowały się lepszym wysklepieniem podłużnym niż chłopcy. Wartości parametrów kąta Clarke'a dla dziewczynek świadczą o prawidłowym wysklepieniu podłużnym, zaś u chłopców o obniżonym. Odrębna analiza parametrów przeprowadzona w poszczególnych grupach wiekowych wykazała pewne tendencje w wysklepieniu stóp. Wraz z wiekiem u badanych dzieci, wysklepienie poprzeczne stóp ulegało pogorszeniu. Najlepsze wysklepienie obserwowano u 7-latków, najgorsze u 10-latków. Odwrotną sytuację zaobserwowano w przypadku wysklepienia podłużnego stóp dzieci z różnych grup wiekowych. U najmłodszych badanych (7- oraz 8-letnich) zaobserwowano obniżenie wysklepienia podłużnego. Dzieci w wieku 10 lat charakte-

## Discussion

Our study revealed that values of all the analyzed foot arch parameters measured under load are within the normal range (with the exception of the Clarke's angle for right feet). No significant differences were observed in the shape of transverse arches between girls and boys. It was observed, however, that girls had better shape of transverse arches than boys under load. The Clarke's angle values reveal normal longitudinal arches in girls, and fallen arches in boys. A separate analysis of parameters, conducted within individual age groups, revealed certain tendencies in the shaping of foot arches. The older the children were, the worse were their transverse arches. The best transverse foot arches were observed in seven-year-olds, and the worst – in ten-year-olds. The contrary was observed in the case of longitudinal arches in children from different age groups. The youngest children (seven- and eight-year-olds) had fallen longitudinal arches. Ten-year-olds had normal longitudinal arches, and eleven-year-olds had excessive longitudinal arches.

A comparison of parameter values of measurements offload and under load allows for an assessment of the state and function of feet. Analysis of the Clarke's angle in measurements offload points to the normal shape of the longitudinal arches in seven- and eight-year-olds, and to excessive longitudinal arches in nine- and ten-year-olds. If one compares these results to the measurements under load, in which the Clarke's angle in seven- and eight-year-olds pointed to fallen arches, one may conclude that the changes are not permanent. This is confirmed by the fact

Tab. 9. Parametry uzyskane w badaniu w odciążeniu – porównanie ze względu na wiek

Tab. 9. The parameters obtained in the study with non-weight bearing conditions – a comparison by age

Pomiar w odciążeniu masą własną/ study with non-weight bearing conditions	7 lat / 7 years			8 lat / 8 years			9 lat / 9 years			10 lat / 10 years			p
	$\bar{x}$	Me	s	$\bar{x}$	Me	s	$\bar{x}$	Me	s	$\bar{x}$	Me	s	
DL/SZ prawa DL/SZ right	2,71	2,91	0,75	2,91	2,90	0,23	2,62	2,60	0,26	2,67	2,64	0,15	0,0000*
DL/SZ lewa DL/SZ left	2,77	2,81	0,48	2,83	2,84	0,21	2,64	2,58	0,27	2,69	2,66	0,24	0,0070*
CL prawa CL right	63,33	50,80	61,22	45,04	45,60	9,05	54,42	57,00	11,44	59,04	61,30	8,09	0,0000*
CL lewa CL left	57,56	44,75	44,09	41,17	41,80	9,34	52,22	54,30	13,79	62,64	62,85	16,04	0,0000*

Tab. 10. Zależności na podstawie testu post-hoc dla wskaźnika Wejsfloga uzyskanego w badaniu odciążeniu

Tab. 10. Relationships for the post-hoc test for Wejsfloga index obtained in the study with non-weight bearing conditions

DL/SZ prawa DL/SZ right	7 lat / 7 years	8 lat / 8 years	9 lat / 9 years	10 lat / 10 years	DL/SZ lewa DL/SZ left	7 lat / 7 years	8 lat / 8 years	9 lat / 9 years	10 lat / 10 years
7 lat 7 years		1,0000	0,0130*	0,1235	7 lat 7 years		1,0000	0,1385	1,0000
8 lat 8 years	1,0000		0,0001*	0,0170*	8 lat 8 years	1,0000		0,0079*	0,4640
9 lat 9 years	0,0130*	0,0001*		1,0000	9 lat 9 years	0,1385	0,0079*		1,0000
10 lat 10 years	0,1235	0,0170*	1,0000		10 lat 10 years	1,0000	0,4640	1,0000	

Tab. 11. Zależności na podstawie testu post-hoc dla kąta Clarke'a uzyskanego w badaniu w obciążeniu

Tab. 11. Relationships for the post-hoc test for Clarke's angle obtained in the study with non-weight bearing conditions

CL prawa CL right	7 lat / 7 years	8 lat / 8 years	9 lat / 9 years	10 lat / 10 years	CL lewa CL left	7 lat / 7 years	8 lat / 8 years	9 lat / 9 years	10 lat / 10 years
7 lat 7 years		0,7527	1,0000	0,1344	7 lat 7 years		0,4549	0,9771	0,0604
8 lat 8 years	0,7527		0,0015*	0,0002*	8 lat 8 years	0,4549		0,0004*	0,0000*
9 lat 9 years	1,0000	0,0015*		1,0000	9 lat 9 years	0,9771	0,0004*		0,6311
10 lat 10 years	0,1344	0,0002*	1,0000		10 lat 10 years	0,0604	0,0000*	0,6311	

ryzowały się prawidłowym wysklepieniem podłużnym, zaś w wieku 11 lat nadmiernym.

Porównanie wartości parametrów uzyskanych w badaniu w odciążeniu i obciążeniu pozwala na ocenę stanu funkcjonalnego i wydolności stóp. Analiza wartości kąta Clarke'a uzyskanych w badaniu w warunkach odciążenia stóp wskazuje na prawidłowe wysklepienie łuku podłużnego 7- i 8-latków oraz na nadmierne wysklepienie łuku podłużnego 9- i 10-latków. Zestawiając ten wynik z wynikiem badania w obciążeniu, w którym kąt Clarke'a u 7- i 8-latków świadczył o obniżonym wysklepieniu, możemy wnioskować, że zmiany te nie są utrwalone. Świadczy o tym przechodzenie stopy nadmiernie wysklepionej w typ stopy płaskiej pod wpływem obciążenia. Można więc sądzić, że zmiany mają charakter niewydol-

that excessive arches change into fallen arches under load. Therefore, one may presume that the changes consist in muscle or ligament insufficiency, and that they are not fixed. Therefore, introducing proper corrective exercises may restore the normal anatomy of feet. An explanation of transverse arch deterioration in children with time may be increasingly long load on the forefoot, especially when overloaded. Another explanation may be the muscle insufficiency, resulting from a general weakening of the muscle system and/or disproportion between the muscle strength that conditions the foot arch shape and the requirements it has to meet. According to Dziak, the indirect cause of flat feet may be long-lasting sitting on a too high chair, when the lower limb do not reach the ground, which consequently lead to the disturbed blood



ności mięśniowej lub więzadłowej, bez istnienia zmian utrwalonych. Zatem wprowadzenie właściwie dobranych ćwiczeń korekcyjnych może przywrócić prawidłowe warunki anatomiczne stóp. Wyjaśnieniem pogarszania wysklepienia poprzecznego u dzieci w miarę upływu lat może być fakt coraz dłuższego obciążania przodostopia, zwłaszcza w warunkach przeciążenia. Inną przyczyną może być pojawiająca się niewydolność mięśniowa, wynikająca z ogólnego osłabienia układu mięśniowego oraz/lub dysproporcji pomiędzy siłą mięśni decydujących o wysklepieniu stopy a wymaganiami przed nimi stawianymi. Według Dziaka przyczyną pośrednio prowadzącą do płaskostopia może także być długotrwałe siedzenie na wysokim krześle, gdy kończyny dolne nie mają kontaktu z podłożem, co w konsekwencji powoduje zakłócenie krążenia krwi i gorsze odżywienie mięśni [13]. Badania Demczuk-Włodarczyk metodą mory projekcyjnej wykazały, że płaskostopie poprzeczne widoczne jest u dziewczynek już od 3 r. z. (u chłopców od 4 r. z.). Wada ta wykazuje stałą tendencję do zwiększania częstotliwości występowania w miarę upływu lat [14]. W badaniach własnych zaobserwowano polepszenie wysklepienia podłużnego wraz z wiekiem. Podobną tendencję zauważyli Łuba i wsp. Stwierdzili w badaniach antropometrycznych stopniową samoistną poprawę sklepienia podłużnego stopy do 10 r. z. [15]. Przyczyną tego może być fakt, że z wiekiem wysklepienie stopy narasta stopniowo, poza tym dochodzi do wzrostu siły i sprawności układu mięśniowo-więzadłowego.

Zagadnieniem rozwoju wysklepienia stóp w wieku rozwojowym zajmowało się wielu autorów. Rajchel stwierdził, że zmienność wysklepienia podłużnego stopy przebiega bardzo intensywnie w wieku 5–9 i 10–13 lat [16]. Gołąb i wsp. wskazują na szybki, skokowy rozwój wysklepienia podłużnego stopy, które osiąga ostateczną dojrzałość w okresie 10–12 lat [17]. Kurniewicz-Witczakowa zwraca uwagę na dynamiczne zmiany wysklepienia stopy między 3–7 rokiem życia dziecka [18]. Również Demczuk-Włodarczyk stwierdza, że intensywność rozwoju powierzchni stopy jest zróżnicowana w poszczególnych okresach życia [14]. Inni autorzy także podkreślali celowość badania wysklepienia stóp we wczesnym okresie ontogenezy [11, 19, 20]. Podobne wyniki do wyników badań własnych uzyskali Pauk i Derlatka w badaniach dzieci w wieku 8–14 lat. Autorzy zaobserwowali, że wartości kąta Clarke'a rosną wraz ze wzrostem długości stopy (średnio od 36,7 do 61,9 stopni). Stwierdzili zatem, że wartość tego kąta rośnie wraz z wiekiem [21]. Puszczalowska-Lizis i wsp. na podstawie analizy średnich arytmetycznych kąta Clarke'a wykazali, że 8-letnie dziewczęta posiadają lepiej wysklepione stopy niż chłopcy w tym samym wieku. Tendencja ta zaznaczała się zarówno w stopie prawej jak i lewej [22]. Podobne wyniki uzyskał Lizis w badaniach 1124 dzieci. Zaobserwował, że wyższe wartości kąta Clarke'a występowały u dziewcząt, zarówno w stopie prawej jak i lewej. Istniejące różnice

circulation and weakened muscle nourishment [13]. Studies conducted by Demczuk-Włodarczyk with method based on the moiré projection showed that transversely flat feet are found as early as in three year old girls and four year old boys. This disorder has a constant tendency to increase its frequency with time [14]. Our study revealed an improvement of longitudinal arches with time. Łuba et al. observed a similar tendency. In their anthropometric study, they noted a spontaneous, gradual improvement of the longitudinal foot arch in patients under 10 years old [15]. The reason might be the fact that foot arches develop gradually with age, and additionally that strength and efficiency of the muscle and ligament system also increase with age.

The issue of foot arch development in childhood and adolescence has been discussed by numerous authors. Rajchel observed that the changes to the longitudinal arches are very intensive at the age of 5–9 years 10–13 years [16]. Gołąb et al. noted the rapid and irregular development of the longitudinal foot arch, which is completed at the age of 10–12 years [17]. Kurniewicz-Witczakowa pointed out the dynamic changes in foot arches in children between 3 and 7 years old [18]. Demczyk-Włodarczyk stated that intensiveness of foot surface development varies at different periods of human life [14]. Other authors stressed the usefulness of foot arch measurements at the early stage of ontogenesis [11, 19, 20]. In their study on children aged 8–14 years, Pauk and Derlatka obtained similar results to our results. They noted that the Clarke's angle values increase with the increase in foot length (the mean of 36.7 to 61.9 degrees). Therefore, they observed that the Clarke's angle value increases with age [21]. On the basis of analysis of arithmetic mean for the Clarke's angle, Puszczalowska-Lizis et al. proved that eight-year-old girls' feet had better foot arches than boys' at the same age. This tendency was valid for both feet [22]. In his study on 1124 children, Lizis obtained similar results. He observed that girls had higher Clarke's angle values than boys, in both right and left feet. The existent differences between the studied girls and boys seemed to confirm the sexual dimorphism present at this age. He also observed a constant development of the longitudinal arch with age. He proved too that the differences in arch development in the right and the left feet were small and statistically insignificant [23]. Trzcińska and Olszewska proved that the Clarke's angle values in girls aged 7–10 years were higher than in boys at the same age. In addition, they observed the tendency in girls to have the right foot arches developed better. These authors also noted higher values for the Clarke's angle in older schoolchildren, which was consistent with the results of the authors mentioned before [24].

Our study revealed fallen longitudinal foot arches in seven- and eight-year-old children. These changes had a functional character. Therefore, it is vital to diagnose

poniędzy badanymi chłopcami i dziewczętami zdały się świadczyć o istniejącym w tym okresie dymorfizmie płciowym. Zaobserwował również stałe narastanie wysklepienia łuku podłużnego stopy wraz z wiekiem. Wykazał również, że różnice w wysklepieniu stopy prawej i lewej były niewielkie i statystycznie nieistotne [23]. Trzcńska i Olszewska wykazały, że wartości kąta Clarke'a u dziewcząt w wieku 7–10 lat były wyższe niż u chłopców w tym samym wieku. Dodatkowo zaobserwowała tendencję wśród dziewcząt do lepszego wysklepienia stopy prawej. Zgodnie z wynikami poprzednich autorów, autorki również stwierdziły wyższe wartości kąta Clarke'a w starszych grupach uczniów i uczennic [24].

Badania własne wykazały obniżenie wysklepienia podłużnego stóp u dzieci 7- i 8-letnich. Zmiany te miały charakter czynnościowy. W związku z tym istotne znaczenie ma diagnostyka ukształtowania architektury stóp u dzieci wczesnoszkolnych oraz wprowadzenie gimnastyki korekcyjnej u dzieci z wykrytymi wadami stóp. Wcześniej rozpoczęta rehabilitacja ruchowa, w szczególności gimnastyka korekcyjna, w istotny sposób leczy i zapobiegają powstawaniu płaskostopia u dzieci w wieku szkolnym.

Nieprawidłowa wysokość łuku poprzecznego i łuków podłużnych stóp wpływa niekorzystnie na postawę ciała i narząd ruchu człowieka, może przyczynić się do przeciążenia kręgosłupa jak również nieodwracalnych zmian w strukturze układu kostnego. W związku z tym profilaktyka i leczenie dzieci powinny być uwzględniane od najmłodszych lat [25]. Analiza wyników badań wskazuje, że powstawanie płaskostopia jest procesem wieloetapowym. Porównanie wartości parametrów stóp w badaniu w warunkach odciążenia jak i obciążenia, pozwala na ocenę stanu funkcjonalnego mięśnia piszczelowego tylnego, zwartości stawu skokowo-łódkowego, a także stanu aparatu torebkowo-więzadłowego, ścięgien i rozciągnięć stopy [2, 14]. Istotne znaczenie dla realizacji odpowiedniego postępowania korekcyjnego ma również uchwycenie etapu nieodmogi ścięgnowo-mięśniowo-rozciągniętej. Dlatego, z uwagi na dostępność obiektywnych i nieinwazyjnych metod oceny stóp, wskazane są systematyczne badania stóp. Ich wyniki umożliwiają nie tylko zaprogramowanie i wdrożenie odpowiednich ćwiczeń korekcyjnych, ale również dobór odpowiednich wkładek ortopedycznych, czy obuwia korekcyjnego.

## Wnioski

1. W badaniu w obciążeniu, wraz z wiekiem dzieci charakteryzowały się gorszym wysklepieniem poprzecznym, natomiast lepszym wysklepieniem podłużnym stóp.
2. Ograniczenia badania: pomimo iż badania zostały starannie przygotowane i przeprowadzone, należy wspomnieć o ograniczeniach w interpretacji uzyskanych rezultatów. Związane są one z małą liczebnością poszczególnych przedziałów wiekowych badanych dzieci.

foot structure shape in young schoolchildren, and to introduce corrective exercises in children with diagnosed foot disorders. An early motor physiotherapy, in particular corrective therapy, to a great extent treats and prevents flat feet in schoolchildren.

Incorrect height of the transverse arch and the longitudinal arches affects negatively the body posture and the locomotor system. These can lead to overburden of the spine and to irreversible changes to the skeleton structure. Therefore, prevention and treatment of children should be introduced from the earliest age possible [25]. The analysis of study results showed that developing flat feet is a process that has several stages. Comparing foot parameter values offload and under load allows for assessment of the function of the tibialis posterior, density of the subtalar joint, and the functioning of the capsules and ligaments, tendons and aponeuroses of the foot [2, 14]. It is important for implementing a relevant corrective therapy to notice the stage of tendon, muscle and aponeurosis inefficiency. Foot tests should be carried out systematically, as the available tests are objective and non-invasive. Their results allow not only for planning and implementing relevant corrective exercises, but also for choosing suitable moulded insoles or corrective footwear.

## Conclusions

1. In measurements under load, the older the children were, the lower were their transverse arches, and the better were their longitudinal arches.
2. Limitations of the study: although the test were meticulously prepared and carried out, one need to note the limitations in interpretation of obtained results. These are related to the limited number of subjects from individual age groups.

## Piśmiennictwo / References

1. Firak R, Kuba L, Fredyk A. *Wpływ ćwiczeń akrobacyjnych na wysklepienie stóp*. Ann UMCS Sect D 2005;60(98):453-457.
2. Binek E, Olszewski J. *Stopy z obniżonym wysklepieniem jako współczesny problem interdyscyplinarny*. Kwart Ortop 2012;1:1-6.
3. Puszczalowska-Lizis E, Kwolek A. *Częstość występowania płaskostopia podłużnego u młodzieży akademickiej w świetle różnych technik opracowania plantogramu*. Prz Med. Uniw Rzesz Inst Leków 2011;3:305-314.
4. Rongies W, Pawłowski M, Choromańska J, Bąk A, Lewandowska M, Lazar A, Dolecki W, Trzepla E. *Ocena wysklepienia stopy u pacjentów z chorobą zwyrodnieniową stawów biodrowych i kolanowych*. Acta Balneologica, 2010;52(4):245-254.
5. Błaszczuk A, Błaszczuk M, Zagórski T. *Ocena wysklepienia podłużnego stopy u młodych adeptów taekwon-do ITF*. Sport Wyczynowy 2004;11-12:479-480.
6. Sędzicki M, Grzegorzewski A, Pogonowicz E, Synder M. *Ocena wyników operacyjnej korekcji stopy płasko-koślawej metodą Mittelmeiera*. Chir Narz Ruchu 2009;74(3):169-173.
7. Puszczalowska-Lizis E, Lizis P, Szurmik T. *Analiza zależności pomiędzy budową ciała a parametrami przedniej strefy podparcia stopy z zastosowaniem różnych metod statystycznych*. Young Sport Science Of Ukraine 2012;3:163-170.
8. Mrozkowiak M. *Uwarunkowania wybranych parametrów postawy ciała dzieci i młodzieży oraz ich zmienność w świetle mory projekcyjnej*. Zamiejskowy Wydział Kultury Fizycznej Poznańskiej AWF, Gorzów Wlkp. 2008.
9. Świerc A. *Komputerowa Diagnostyka Wad Postawy – Instrukcja obsługi*. CQ Elektronik System, Czernica Wrocławska, 2011.
10. Kasperczyk T. *Metody badania stóp*. W: *Wady postawy ciała*. Kraków, Wyd. Kasper, 1994: 175-195.
11. Krysiak-Zielonka I, Demczuk-Włodarczyk E, Bieć E, Nowak T. *Budowa i obciążenie stóp chorych na cukrzycę typu 2 oraz osób w wieku podeszłym*. Fizjoter 2006;14(2):32-41.
12. Romanowska A. *Konspekty zajęć gimnastyki korekcyjno – kompensacyjnej*. Wydawnictwo KOREPETYTOR. Płock. 2000.
13. Dziak A. *Aby dziecko było sprawne*. PZWL. Warszawa. 1993:117-122.
14. Demczuk-Włodarczyk W. *Budowa stopy w okresie rozwoju progresywnego człowieka*. Studia i Monografie. AWF, Wrocław, 2003, nr 66.
15. Łuba R. i wsp. *Badania w zakresie zdrowotności stóp dziecięcych celem opracowania zabezpieczeń konstrukcyjnych przeciwko zniekształceniom stóp*. Inst. Przemysłu Skórnego. Łódź. 1976.
16. Rajchel Z. *Wysklepienie stopy w rozwoju osobniczym człowieka*. Prz Antrop 1959;25(2):421-432.
17. Gołąb S, Chrzanowska M, Cadel K, Sobiecki J, Żarów R, Lechowicz W. *Ontogenetyczna zmienność wymiarów stopy i podudzia oraz wady budowy stóp u młodzieży krakowskiej*. Rocznik Nauk AWF Kraków 1980;17:155-183.
18. Kurniewicz-Witczakowa R. *Kształtowanie się budowy stopy na tle analizy metod jej badania u dzieci i młodzieży warszawskiej*. Prace i materiały naukowe IMD 1996;8:10-11.
19. Niedzielski K. *Epidemiologia stóp płasko-koślawych statycznych u dzieci w aglomeracji łódzkiej*. Chir Narz Ruchu 1992;57(4):13-15.
20. Zeyland-Malawka E. *Ćwiczenia korekcyjne*. AWF Gdańsk, 1999.
21. Pauk J, Derlatka M. *Antropometria stopy płasko-koślawej*. Modelowanie Inżynierskie 2009;38:153-159.
22. Puszczalowska-Lizis E, Ridan T, Ogarek M. *Charakterystyka parametrów wysklepienia podłużnego i poprzecznego stóp dziewcząt i chłopców w okresie wczesnoszkolnym*. Young Sport Science Of Ukraine 2011;3:234-239.
23. Lisis P. *Kształtowanie się wysklepienia łuku podłużnego stopy u chłopców i dziewcząt w wieku 3-6 lat*. Fizjoterapia 1999;7(1):30-34.
24. Trzcińska D. *Cechy pantograficzne stóp dzieci i młodzieży w różnych okresach rozwojowych* / Trzcińska D, Olszewski E. *Postępy Rehabilitacji* 2006: 47- 53.
25. Pauk J, Ezerskiy V, Rogalski M. *Wpływ czynników epidemiologicznych na wystąpienie stopy płaskiej u dzieci*. Fizjoterapia 2010;18, 2:1-13.

### Adres do korespondencji / Mailing address:

Justyna Rykała  
ul. Warszawska 26A, 35-205 Rzeszów