

Ewa Puszczałowska-Lizis, Andrzej Kwolek

Częstość występowania płaskostopia podłużnego u młodzieży akademickiej w świetle różnych technik opracowania plantogramu

Frequency of occurrence of longitudinal flat feet in students in the light of different techniques of plantography preparations

Uniwersytet Rzeszowski, Wydział Medyczny, Instytut Fizjoterapii
University of Rzeszów, Faculty of Medicine, Institute of Physiotherapy

STRESZCZENIE

Wstęp: Stopa stanowi jedno z ogniw w proprioceptywnym łańcuchu kinetycznym człowieka, a zaburzenie w jej ukształtowaniu i funkcji może prowadzić do powikłań w innych elementach narządu ruchu. Dlatego dbałość o dobrą wydolność stóp, a przede wszystkim właściwa ocena prawidłowości ich ukształtowania nabiera w tym aspekcie szczególnego znaczenia.

Cel pracy: Ocena częstości występowania płaskostopia podłużnego u młodzieży akademickiej w świetle czterech sposobów opracowania plantogramu.

Materiał i metoda badań: Badaniami przekrojowymi w latach 2008-2009 objęto losowo dobraną grupę 280 studentów Uniwersytetu Rzeszowskiego oraz Beskidzkiej Wyższej Szkoły Umiejętności w Żywcu w wieku 20–28 lat. Metodą badawczą była plantograficzna ocena stóp w warunkach statycznych. Odbitki plantograficzne wykonano **techniką niebrudzącą przyrządem pomysłu Ślężyńskiego**. W celu charakterystyki zebranego materiału zastosowano podstawowe miary statystyki opisowej. Częstość występowania deformacji stóp oszacowano na podstawie kryterium średniej arytmetycznej i odchylenia standardowego.

Wyniki badań: Przyjmując ($\bar{X} \pm s$) za przeciętny przedział zmienności cechy stwierdzono, że częstość występowania płaskostopia podłużnego w badanych grupach nie przekroczyła 17%.

Wnioski: Płaskostopie podłużne nie jest deformacją powszechnie występującą w populacji młodzieży akademickiej.

Słowa kluczowe: wysklepienie podłużne, kąt Clarke'a, wskaźnik Sztritera-Godunowa, wskaźnik Chippaux-Smirak, wskaźnik głębokości wysklepienia podłużnego stopy.

ABSTRACT

Background: The foot is one of elements in the kinetic chain in the man. The disorder of forming and the function of individual sections of feet can lead to complications in other elements of the motor organ. Therefore the care of correct shaping, the function of feet, but first of all, the appropriate assessment of the correctness of moulding them is gaining the particular relevance in this aspect.

Aim: Frequency of occurrence of longitudinal flat feet in students in the light of four techniques of plantography preparations.

Material and method: Studies were performed in 2008-2009 and included 280 students of the University of Rzeszow and the Beskid Skills College in Żywiec. Tested persons were at age 20–28. Plantographical footprints were made by non-marking technique, instrument idea by Ślężyński. There were used methods of descriptive statistics to analyse the collected material. Frequency occurrence of foot deformities was assessed on the base of the criterion of the arithmetic mean and the standard deviation.

Results: Accepting ($\bar{X} \pm s$) too average range of the changeability, percentage values determining the frequency of the longitudinal flat foot didn't cross 17% in examined groups.

Conclusions: Flat feet is not common deformities occurred in students.

Key words: the longitudinal arch of foot, Clark's angle, Godunow-Sztriter index, Chippaux-Smirak index, index of depth of the longitudinal arch of the foot.

Wstęp

Stopa ludzka jest ważną częścią statyczno-dynamiczną narządu ruchu. Z jednej strony jest elementem podporowym i w warunkach statyki umożliwia zrównoważenie ciała w położeniu przestrzennym, z drugiej pełni rolę mechanizmu napędowego, nadającego ciału propulsję w trakcie poruszania się.

Na wydolność stopy może wpływać: sprawność mięśniowo-więzadłowa narządu ruchu, struktura tkanki kostnej, sposób odżywiania się, obciążenia, jakim jest poddawana podczas codziennej aktywności związanej między innymi z lokomocją. Duże znaczenie ma specyfika wykonywanego ruchu, czas trwania i natężenie wysiłku [1]. Stopa jest pierwszym elementem kontaktu z podłożem w trakcie lokomocji. Zmniejsza jednostkowe naciski ciężaru ciała podczas chodu, poprzez możliwość dostosowania się do nierówności podłoża, działa jako dźwignia w czasie odbicia oraz absorbuje rotacje poszczególnych segmentów kończyny dolnej w fazie obciążenia [2]. Stopa ludzka, bardziej niż inne elementy narządu ruchu, narażona jest na niekorzystne czynniki środowiskowe. Współczesna cywilizacja rzadko daje możliwość lokomocji po naturalnym, elastycznym podłożu, jak łąka, poszycie leśne, podłoże piaszczyste, wpływającym korzystnie na kształtowanie się wysklepienia, natomiast stwarza warunki do poruszania się po powierzchniach utwardzonych, co może być przyczyną sumowania się mikrourazów, prowadzących do zaburzeń w jej kształtowaniu i funkcji [1]. Z uwagi na fakt, że stopa stanowi jedno z ogniw w proprioceptywnym łańcuchu kinetycznym człowieka, zaburzenie w kształtowaniu i funkcji poszczególnych segmentów stopy, poprzez indywidualnie uruchamiane mechanizmy kompensacyjne, może prowadzić do powikłań w innych elementach narządu ruchu [3]. Dlatego dbałość o dobrą wydolność stóp, zapobieganie ich deformacjom poprzez noszenie odpowiedniego obuwia, a przede wszystkim właściwa ocena prawidłowości ich kształtowania nabiera w tym aspekcie szczególnego znaczenia.

Cel pracy

Ocena częstości występowania płaskostopia podłużnego u młodzieży akademickiej w świetle czterech sposobów opracowania plantogramu.

Materiał i metoda badań

Badaniami przekrojowymi w latach 2008–2009 objęto 280 studentów (150 kobiet i 130 mężczyzn) Uniwersytetu Rzeszowskiego oraz Beskidzkiej Wyższej Szkoły Umiejętności w Żywcu. Wiek kobiet mieścił się w przedziale 20–27 lat ($x=22,8 \pm 1,8$ lat), wiek mężczyzn w przedziale 20–28 lat ($x=23,3 \pm 1,9$ lat). Średnie wartości masy ciała kobiet wyniosły $60,40 \pm 8,30$ kg, mężczyzn oscylowały na poziomie $78,10 \pm 9,90$ kg. Przeciętne wartości wysokości ciała kobiet wyniosły $166,90 \pm 5,70$

Introduction

Human foot is an important static and dynamic part of the motor organ. On the one hand it provides support and in a static condition allows for balancing the body in its spatial position, and on the other hand it functions as a driving mechanism which propels the body in movement.

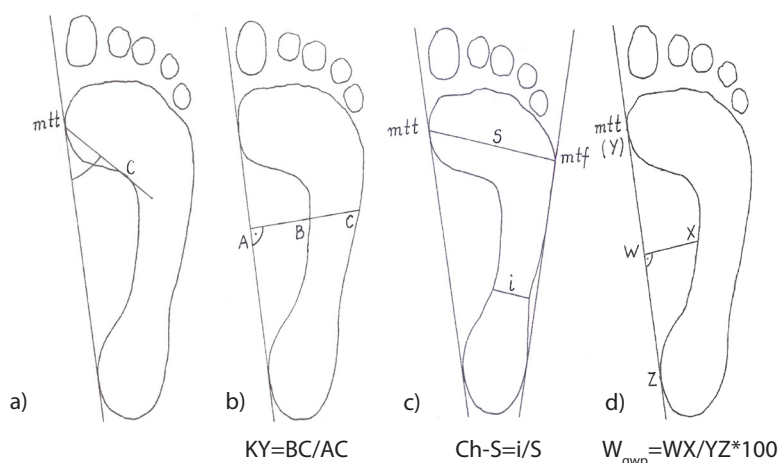
The effectiveness of the foot is impacted by: the condition of the muscle and ligament structure of the motor organ, the structure of the bone tissue, one's diet, the load it experiences during routine activities, including locomotion. Of great importance is the nature of the prevalent movement, its duration and the intensity of the physical strain [1]. The foot is the first element contacting the ground in the process of locomotion. It reduces singular impacts of the body weight while walking by the ability to adjust to the changing surface of the ground; it functions as a lever while bouncing off; it absorbs rotations of specific segments of the lower extremity in the phase of strain [2]. The human foot is more vulnerable to adverse environmental factors than other components of the motor organ. Contemporary civilization rarely provides opportunities for locomotion on the natural, flexible ground, such as meadow, forest undergrowth, or sandy surface which all beneficially affect the process of arch formation; on the contrary, modern lifestyles encourage movement on hard surfaces which may result in accumulation of micro-injuries leading to impairments in the shape and function of the foot [1]. Due to the fact that the foot is one of the components in the proprioceptive kinetic chain of humans, impairments in the shape and function of specific segments of the foot resulting in compensatory mechanisms activated separately, may lead to complications in other elements of the motor organ [3]. Therefore special attention should be paid to the efficiency of feet, to preventing deformities by wearing proper shoes, and most of all, to the adequate assessment of their shape.

Purpose

Assessment of the incidence of longitudinal platypodia in university students in the light of four techniques of plantogram assessment.

Material and method of research

This large-scale study was performed in 2008–2009 and included 280 students (150 females and 130 males) of the University of Rzeszów and Beskidzka Wyższa Szkoła Umiejętności (Beskidy College of Skills) in Żywiec. The females ranged from 20 to 27 years of age ($x=22,8 \pm 1,8$ years), the males were 20–28 years old ($x=23,3 \pm 1,9$ years). The mean value for the body weight in the females was 60.40 ± 8.30 kg, and in the males amounted to 78.10 ± 9.90 kg. The average body height in the females was 166.90 ± 5.70 cm and in the males: 180.00 ± 5.80 cm. Representativeness of the sample was ensured by the



Ryc. 1. Sposób wyznaczania wskaźników plantograficznych: a) kąt Clarke'a, b) wskaźnik KY, c) wskaźnik Chippaux-Smirak, d) wskaźnik głębokości wysklepienia podłużnego stopy (W_{gwp})

Fig. 1. The manner of drawing plantography indices: a) Cl angle, b) KY index, c) Chippaux-Smirak index, d) index of depth of the longitudinal arch of the foot (W_{gwp})

cm, a mężczyzn: $180,00 \pm 5,80$ cm. Reprezentatywność próby zapewniono losowym doбором osób do badań, metodą urnową, techniką losowania prostego zależnego. Przeprowadzono losowanie dwustopniowe. W pierwszym etapie wyłoniono po 3 wydziały z każdej uczelni. W drugim etapie wylosowano grupy męskie i żeńskie w obrębie każdego z wydziałów. Badania uzyskały akceptację Komisji Bioetycznej Uniwersytetu Rzeszowskiego. Zostały wykonane za zgodą odnośnych uczelni. Wszystkie osoby, po otrzymaniu informacji o celu i metodzie, wyraziły zgodę na udział w badaniach.

Metodą badawczą była plantograficzna ocena stóp w warunkach statycznych. Plantogramy wykonano techniką niebrudzącą, przyrządem pomysłu Ślężyńskiego. Z plantogramów uzyskano następujące wskaźniki: kąt Clarke'a (Cl), wskaźnik Sztritera-Godunowa (KY), wskaźnik Chippaux-Smirak (Ch-S) i wskaźnik głębokości wysklepienia podłużnego stopy (W_{gwp}) wg propozycji Puszczalowskiej-Lizis [4].

Z danych pomiarowych obliczono: średnie arytmetyczne (\bar{X}), odchylenia standardowe (s), współczynniki zmienności (V). Normalność rozkładu poszczególnych cech weryfikowano testem χ^2 . Do oceny związków pomiędzy kątem Clarke'a a pozostałymi wskaźnikami plantograficznymi zastosowano korelację liniową Pearsona. Częstość występowania płaskostopia podłużnego oszacowano na podstawie kryterium średniej arytmetycznej i odchylenia standardowego, przyjmując za prawidłowe stopy mieszczące się w przedziale ($\bar{X} \pm s$).

Wyniki sklasyfikowano dodatkowo w oparciu o normy. Wartości kąta Clarke'a odniesiono do normy Galińskiego i wsp. [5], dokonując podziału stóp na:

- płaskie, dla wartości poniżej $42,00^\circ$,
- prawidłowe, dla wartości z przedziału $42,00-54,00^\circ$,
- wydrążone, dla wartości powyżej $54,00^\circ$.

randomized selection of the study group by means of the ballot-box method, with the technique of simple random sampling. The sampling was carried out in two stages. During the first one 3 departments were selected at each university. During the second stage male and female groups were selected in each of the departments. The research was approved by the Bioethics Committee of Rzeszów University, and was carried out following an acceptance from each of the universities. Upon receiving information about the purpose and the method, all subjects agreed to participate in the study.

The assessment was performed by means of the static plantographic method. The plantography footprints were obtained with a smudge-free technique, by means of an instrument proposed by Ślężyński. They allowed for determining the following data: Clark's angle (Cl), Godunov-Sztriter index (KY), Chippaux-Smirak index (Ch-S) and index of longitudinal foot arch height (W_{gwp}) as proposed by Puszczalowska-Lizis [4].

The following values were calculated using the obtained data: arithmetic means (\bar{X}), standard deviations (s), coefficients of variation (V). The normal distribution of the specific features was verified with χ^2 test. In order to evaluate the dependencies between Clark's angle and the remaining plantography indexes the study used Pearson's linear correlation. The incidence of longitudinal platypodia was estimated using the criterion of arithmetic mean and standard deviation, while assuming that normal feet were those in the range ($\bar{X} \pm s$).

The results were additionally classified according to standards. The values for Clark's angle were compared with the standard by Galiński et al. [5] which yielded the following foot categories:

- flat, for values below $42,00^\circ$,
- normal, for values in the range $42,00-54,00^\circ$,

Tab. 1. Wybrane cechy plantograficzne stóp badanych kobiet i mężczyzn

Parametr Parameter	Kobiety / Females				Mężczyźni / Males				
	min-max	\bar{X}	s	V	min-max	\bar{X}	s	V	
CI	sp	19,0-75,0	51,41	8,25	16,05	8,0-67,0	49,04	10,54	21,49
	sl	17,0-70,0	50,81	8,45	16,63	12,0-66,0	48,63	10,77	22,15
KY	sp	0,00-0,77	0,42	0,11	26,18	0,00-0,77	0,42	0,11	26,18
	sl	0,00-0,79	0,41	0,11	27,71	0,00-0,76	0,45	0,11	24,55
Ch-S	sp	17,6-61,0	35,50	9,00	25,35	17,9-66,3	37,40	8,60	22,99
	sl	13,5-56,8	36,10	8,70	24,10	14,7-65,9	37,40	8,80	23,53
W_{gwp}	sp	12,4-38,5	26,19	4,42	16,89	4,5-42,4	25,64	5,55	21,64
	sl	12,4-37,6	26,54	4,19	15,79	11,7-42,4	25,98	4,97	19,12

sp – stopa prawa, sl – stopa lewa

Tab. 1. The selected plantographic features of feet structure in examined women and men

sp – right foot, sl – left foot

Wartości wskaźnika KY klasyfikowano według kryterium Sztritera-Godunowa [6]. Wyodrębniono stopy:

- wydrążone, dla wartości pomiarowych poniżej 0,25,
- prawidłowe, dla wartości pomiarowych z przedziału 0,25–0,45;
- płaskie, dla wartości powyżej 0,45.

W analizach statystycznych wykorzystano program Microsoft Excel pakietu Office firmy Microsoft oraz program STATISTICA 8.0 firmy StatSoft.

Wyniki badań

W tab. 1 zamieszczono podstawowe statystyki opisowe parametrów plantograficznych badanych kobiet.

W tabeli 2 zamieszczono wartości współczynników korelacji liniowej Pearsona między kątem Clarke'a – który jest najczęściej stosowaną miarą wysklepienia podłużnego stopy – a innymi wskaźnikami określającymi wysklepienie podłużne stopy. Wartości współczynników korelacji wskazują na występowanie silnych związków między kątem Clarke'a a wskaźnikiem KY i wskaźnikiem W_{gwp} oraz przeciętnych między wskaźnikiem kątowym Clarke'a a wskaźnikiem Ch-S.

W tabeli 3 zamieszczono dane dotyczące częstości

- high-arched, for values over 54.00°.

The values for KY index were classified according to the criterion of Sztriter-Godunov [6]. The following foot types were distinguished:

- high-arched, for measurement values over 0.25,
- normal, for measurement values in the range 0.25 – 0.45,
- flat, for values below 0.45.

The statistical analyses were conducted by means of Microsoft Excel (Microsoft Office packet) and StatSoft STATISTICA 8.0.

Results

Table 1 shows basic descriptive statistics for the plantography parameters in the female study group.

Table 2 presents the index values of Pearson's linear correlation between Clark's angle, which is the most frequently used measurement of the longitudinal arch of the foot, and other indexes specifying the longitudinal arch of the foot. The values for the correlation ratios indicate a strong link between Clark's angle and KY index as well as W_{gwp} index and moderate links between Clark's angle and Ch-S index.

Tab. 2. Związki między kątem Clarke'a a innymi wskaźnikami oceniającymi wysklepienie podłużne stopy

Wskaźnik Index	Kobiety / Females		Mężczyźni / Males		
	CI sp	CI sl	CI sp	CI sl	
r					
KY	sp	-0,73*	-0,65*	-0,83*	-0,80*
	sl	-0,66*	-0,61*	-0,78*	-0,80*
Ch-S	sp	-0,50*	-0,47*	-0,63*	-0,61*
	sl	-0,49*	-0,48*	-0,49*	-0,48*
W_{gwp}	sp	0,74*	0,65*	0,86*	0,80*
	sl	0,72*	0,68*	0,80*	0,82*

sp – stopa prawa, sl – stopa lewa

*gwiazdka oznaczono istotność statystyczną na poziomie: $p < 0,05$

Tab. 2. Connections between the Clarke'a angle and the other indices to evaluate the longitudinal arch of the foot

sp – right foot, sl – left foot

* statistic essentiality at the level $p < 0,05$ check off star

Tab. 3. Częstość występowania poszczególnych typów wysklepienia podłużnego stopy u kobiet i mężczyzn w zależności od zastosowanych wskaźników i przyjętego kryterium podziału

Typ wysklepienia podłużnego stopy Type of longitudinal arch of the foot		CI		KY		Ch-S		W _{gwp}	
		sp	sl	sp	sl	sp	sl	sp	sl
		%							
Kobiety / Females									
Płaska Flat	($\bar{X} \pm s$)	14,00	15,00	10,00	7,00	15,00	15,00	14,00	13,00
	norma/norm	10,00	11,00	39,00	32,00	-	-	-	-
Prawidłowa Normal	($\bar{X} \pm s$)	69,00	70,00	79,00	85,00	65,00	65,00	72,00	73,0
	norma/norm	54,00	55,00	55,00	61,00	-	-	-	-
Wydrążona High-arched	($\bar{X} \pm s$)	17,00	15,00	11,00	8,00	20,00	20,00	14,00	14,00
	norma/norm	36,00	34,00	6,00	7,00	-	-	-	-
Mężczyźni / Males									
Płaska Flat	($\bar{X} \pm s$)	12,00	12,00	10,00	10,00	17,00	17,00	9,00	12,00
	norma/norm	16,20	20,80	44,00	41,00	-	-	-	-
Prawidłowa Normal	($\bar{X} \pm s$)	72,00	75,00	78,00	77,00	67,00	70,00	77,00	76,00
	norma/norm	48,50	47,70	52,00	55,00	-	-	-	-
Wydrążona High-arched	($\bar{X} \pm s$)	16,00	13,00	12,00	13,00	16,00	13,00	14,00	12,00
	norma/norm	35,40	31,50	5,00	5,00	-	-	-	-

sp – stopa prawa, sl – stopa lewa

sp – right foot, sl – left foot

występowania deformacji wysklepienia podłużnego stóp u kobiet i mężczyzn w zależności od zastosowanych wskaźników i przyjętego kryterium podziału. Przyjmując ($\bar{X} \pm s$) za przeciętny przedział zmienności cechy, wartości procentowe określające częstość płaskostopia podłużnego w przypadku wszystkich zastosowanych wskaźników były podobne u kobiet i mężczyzn i nie przekroczyły 17%.

Na podstawie klasyfikacji wartości kąta Clarke'a według normy Galińskiego i wsp. [5] odnotowano 10–21% stóp płaskich oraz 32–36% stóp wydrążonych (tab. 3, ryc. 2).

Klasyfikacja wartości wskaźnika KY według Sztritera-Godunowa [6] wykazała zdecydowanie wyższy odsetek stóp płaskich (32–44%) oraz niższy odsetek stóp wydrążonych (5–7%) niż w przypadku kąta Clarke'a (tab. 3, ryc. 3).

Dyskusja

Zagadnieniem budowy i funkcji stopy zajmują się specjaliści z wielu dziedzin nauki (anatomia, radiologia, antropometria, ortopedia, fizjoterapia, biomechanika, ergonomia) i charakteryzują zmiany rozwojowe w sposób specyficzny dla danej dyscypliny nauki [1, 2, 7–17]. Różnorodność stosowanych metod badawczych, brak obiektywnych norm, prowadzenie badań osób w różnym wieku, w różnych środowiskach często było przyczyną trudności w jednoznacznym, trafnym rozpoznawaniu i prognozowaniu stanu wysklepienia i wydolności stóp. Dlatego w piśmiennictwie znajdujemy bardzo rozbieżne

Tab. 3. Frequency of occurrence of individual types of the longitudinal arch of foot in women and men depending on applied indicators and the adopted criterion of identity

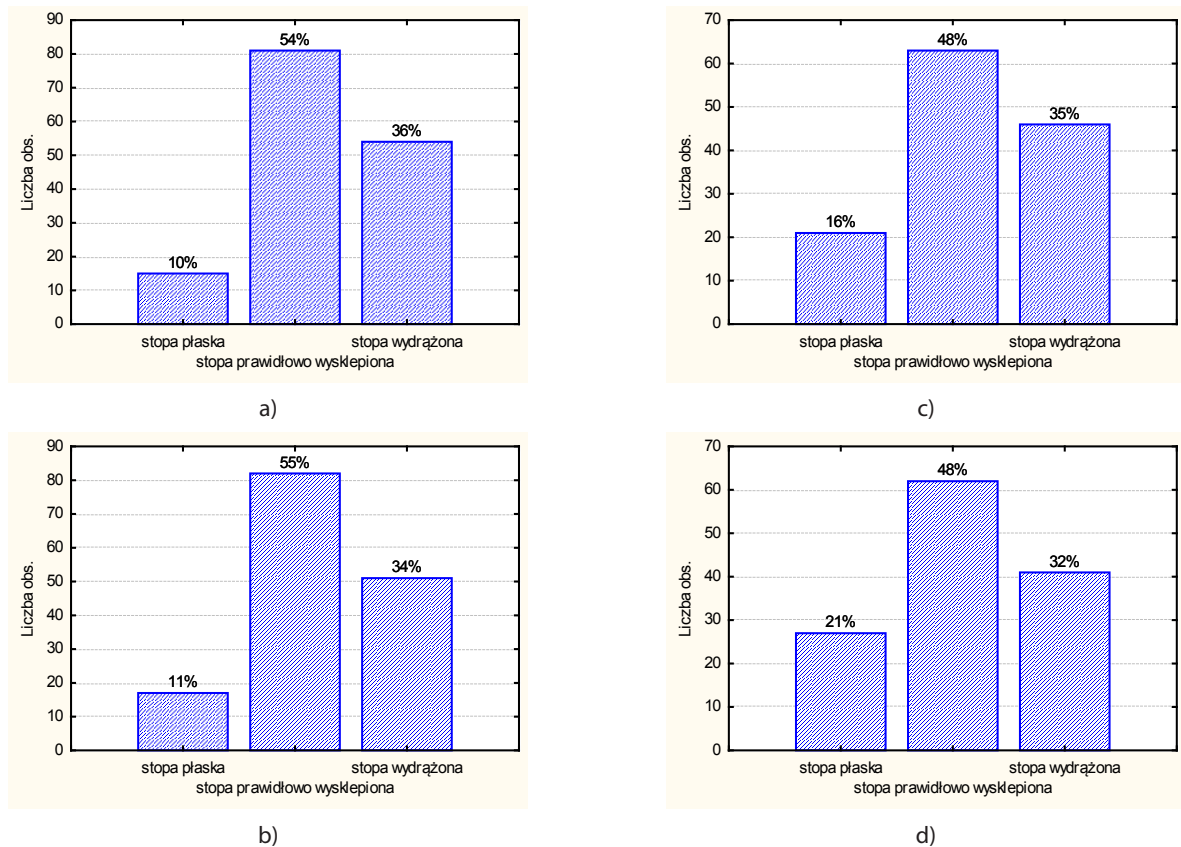
Table 3 shows data related to the incidence of deformed longitudinal arch in female and male feet depending on the applied indexes and the adopted criterion of classification. Adopting ($\bar{X} \pm s$) as the average range of variability of a trait, the per cent values defining the frequency of longitudinal flat foot in the case of all applied indexes were similar in males and females and did not exceed 17%.

Taking into consideration the classification of Clark's angle values according to the standard proposed by Galiński et al. [5] the analysis showed 10–21% flat feet and 32–36% high-arched feet (table 3, fig. 2).

The classification of KY index values according to Sztriter-Godunov [6] showed distinctively higher per cent of flat feet (32–44%) and lower result for high-arched feet (5–7%) than in the case of Clark's angle (table 3, fig. 3).

Discussion

The structure and function of the foot are investigated by researchers in many fields of science (anatomy, radiology, anthropometry, orthopaedics, physiotherapy, biomechanics, ergonomics) who characterize the development changes in ways that are consistent with their specializations [1, 2, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17]. Factors such as the diverse research approaches, a lack of objective standards, the fact that studies focused on representatives of various age groups and diverse social environments have frequently caused difficulties

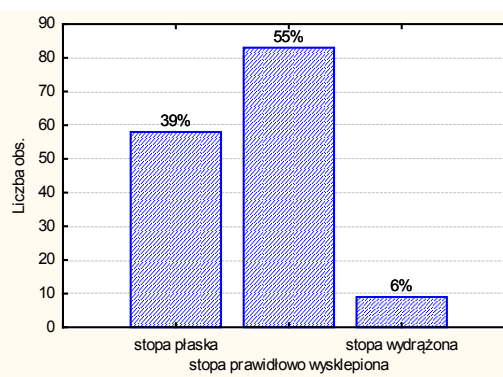


Ryc. 2. Kąt Clarke'a wg normy Galińskiego i wsp. [5]:
 a) stopa prawa kobiet, b) stopa lewa kobiet, c) stopa
 prawa mężczyzn, d) stopa lewa mężczyzn

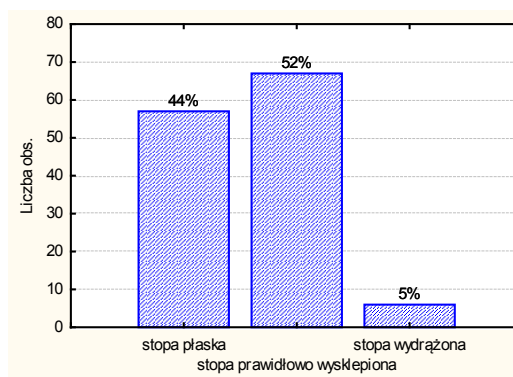
Fig. 2. Clark's angle according to the norm by Galiński [5]:
 a) right foot at women, b) left foot at women, c) right
 foot at men, d) left foot at men

wyniki dotyczące częstości występowania ich deformacji. Problem ten w znakomitej większości dotyczy częstości występowania płaskostopia podłużnego, która w opracowaniach różnych autorów dotyczy 10% do 90% populacji. Na podejście do oceny stóp zasadniczo wpłynął postulat uwzględniania aspektu rozwojowego, który przypada na lata 90. XX wieku. Powszechnie znane opinie na temat masowości płaskostopia podłużnego podlegały weryfikacji, o czym świadczą publikacje takich autorów jak: Kudasiewicz i wsp. [8], Ignasiak i wsp. [9], Demczuk [18], Lizis [1]. Kudasiewicz i wsp. [8] podkreślają, że rozbieżności wyników oraz trudności w odpowiedzi na pytanie: „jaki odsetek populacji dzieci i młodzieży posiada stopę prawidłową, a jaki powinien być objęty rehabilitacją z powodu płaskostopia?” są podyktowane różnym metodologicznym podejściem do oceny płaskostopia, niepełną znajomością biologicznego rozwoju stopy w ontogenezie oraz stosowaniem nieadekwatnych kryteriów oceny płaskostopia. Autorzy dowodzą, że ten sam plantogram, opracowany trzema sposobami: Clarke'a, Wejsfloga i Sztritera-Godunowa jest nośnikiem sprzecznych informacji na temat wysokości wysklepienia łuku przysrodkowego stopy. Ponadto wskazują, że z zestawienia granic normy dla stopy prawidłowej, która we wskaźniku KY wynosi 0,26–0,45, a we wskaźniku Wejsfloga 0,33 wynika, że zastosowanie tego drugiego

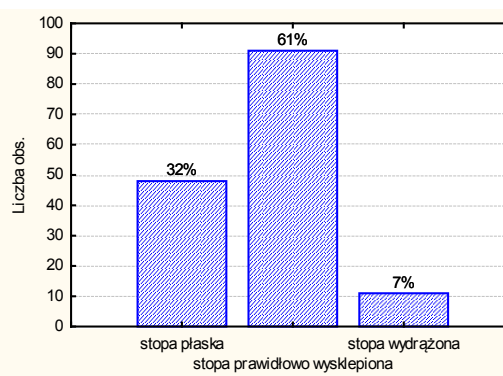
in obtaining unambiguous, accurate diagnosis and making predictions related to the shape and efficiency of feet. Therefore there are great discrepancies in the results demonstrated in literature related to the incidence of foot deformations. This problem is mainly connected with the incidence of longitudinal flat foot, which according to various authors affects from 10% to 90% of the population. The approach to foot assessment was considerably affected by the proposal made in the 1990s suggesting that the developmental aspect should be taken into account. The well-known opinions on the universality of longitudinal flat foot were verified, which can be illustrated by publications of such authors as: Kudasiewicz et al. [8], Ignasiak et al. [9], Demczuk [18], Lizis [1]. Kudasiewicz et al. [8] emphasize that the discrepancies in results and the difficulties in answering the question: „what per cent of child and youth populations has normal feet and what percentage should receive treatment due to flat foot?” arise from various methodological approaches to the assessment of platypodia, incomplete knowledge of the biological development of foot in ontogenesis and the application of inadequate criteria in the assessment of flat foot. The authors have demonstrated that the same plantogram, analysed in accordance with three approaches: Clarke's, Wejsflog's and Sztriter-Godunov's, carries contradictory information regarding the height of the median arch in



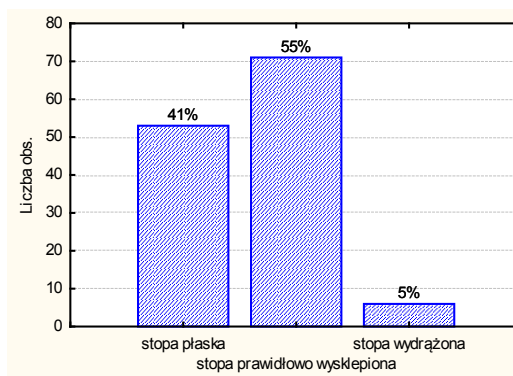
a)



c)



b)



d)

Ryc. 3. Wskaźnik KY wg klasyfikacji Sztritera-Godunowa: a) stopa prawa kobiet, b) stopa lewa kobiet, c) stopa prawa mężczyzn, d) stopa lewa mężczyzn

Fig. 3. KY index according to classification by Sztriter-Godunow [6]: a) right foot at women, b) left foot at women, c) right foot at men, d) left foot at men

wskaźnika powoduje zdecydowanie wyższe wartości płaskostopia. Również Demczuk [18] na podstawie wyników badań 210 dzieci w wieku 11–15 lat twierdzi, że każda z metod opracowania plantogramu daje inne wyobrażenie o anatomicznej strukturze stopy. Świadczy o tym zarówno procentowa charakterystyka typów wysklepienia podłużnego stóp tej samej grupy badawczej na podstawie klasyfikacji Clarke'a (4,3% stóp płaskich, 37,6% stóp prawidłowych i 58,1% stóp wydrążonych), Sztritera-Godunowa (27,2% stóp płaskich, 51,4% stóp prawidłowych i 21,4% stóp wydrążonych), Wejsfloga (43% stóp płaskich, 29% prawidłowych, 27,85% wydrążonych) i Bałakirewa (23% stóp płaskich, 14,8% stóp prawidłowych i 65,2% stóp wydrążonych) jak i statystycznie istotne wyniki porównania testem Chi-kwadrat.

Dylematy, jakie się nasuwają w kontekście badania stanu wysklepienia i wydolności stóp, wynikają z braku obiektywnych norm dla stóp prawidłowych. W piśmiennictwie znane są badania dotyczące oceny rozwoju wysklepienia podłużnego stóp w ontogenezie i opracowania obiektywnej normy dla kąta Clarke'a [1, 19, 20, 21, 22]. Lizis [1] bazując na opracowanych przez siebie siatkach centylowych i równaniu regresji logistycznej dla stóp lewych i prawych u dziewcząt i chłopców zwraca uwagę, że decydujące znaczenie dla późniejszej zdrowotności i sprawności stóp ma wiek przedszkolny,

the foot. Additionally, they have demonstrated that the comparison of the threshold values for the normal foot, which for KY index is 0.26-0.45 and for Wejsflog's index is 0.33, shows that the application of the latter index results in significantly higher values for platypodia. Similarly, following a study of 210 children aged 11-15, Demczuk [18] claims that each method of assessing the plantogram gives a different idea of the foot structure. This is shown by both the proportions between the types of longitudinal arch in the feet within the same study group based on the classifications according to Clarke (4.3% flat feet, 37.6% normal feet and 58.1% high arched feet), Sztriter-Godunov (27.2% flat feet, 51.4% normal feet and 21.4% high arched feet), Wejsflog (43% flat feet, 29% normal feet, 27.85% high arched feet) and Bałakirew (23% flat feet, 14.8% normal feet and 65.2% high arched feet) as well as the statistically significant results of comparison with Chi-square test.

The dilemmas which arise in the context of assessing the arch and the efficiency of feet result from the lack of objective standards for normal feet. Various authors have conducted studies related to both the assessment of the development of longitudinal arch in the ontogenesis of the foot and to establishing an objective standard for Clark's angle [1, 19, 20, 21, 22]. Lizis [1] elaborated centile grids and logistic regression equation for left and right feet in girls and boys allowing him to draw conclusions that the

a kąt Clarke'a stabilizuje się między 11 a 13 rokiem życia i odpowiada stopom osób dorosłych. Na podstawie badań własnych autor proponuje, aby wąską normę rozwojową wysklepienia podłużnego wyznaczał kąt Clarke'a między 25 a 75 centylem. Z kolei Knapik [23] podjął próbę uściślenia wartości granicznych kąta Clarke'a dla stóp płaskich u osób dorosłych. Zdaniem autora za wartość graniczną dla stóp płaskich należy uznać kąt Clarke'a 40°, a najwyżej 42°. W celu ustalenia normy wysklepienia łuku podłużnego stopy Kozłowski i wsp. [7] proponują kryterium oparte o średnie odchylenie standardowe ($\bar{X} \pm \frac{1}{2} s$ lub $\bar{X} \pm s$), a płaskimi uznają stopy poniżej wartości granicznych. Knapik i Lizis [24] uważają, że kryteria te można uznać jako właściwe pod warunkiem, że normę opracowano na dostatecznie reprezentatywnej próbie, a wartości kąta Clarke'a mają rozkład normalny. Również zdaniem Kasperczyka i Walaszka [25] normy powinny być oparte o rozkłady z badań reprezentatywnych dla danej populacji, a kategorie należy wyodrębnić w oparciu o założenie $\bar{X} \pm s$, jako przedział przeciętny.

Próbie usystematyzowania zagadnień dotyczących oceny budowy stóp, w tym wysklepienia podłużnego stanowi również niniejsza praca. Badania osób dorosłych, będących w okresie dojrzałości somatycznej, charakteryzującej się stabilnością rozwojową cech morfologicznych, stanowią idealny materiał do ujednoczenia kryteriów oceny stóp w celu uzyskania wiarygodnych i porównywalnych wyników, pozwalają rozstrzygnąć poglądy, m.in. na temat częstości występowania płaskostopia oraz zweryfikować opinie innych autorów. Autorzy określili typ wysklepienia stopy na podstawie czterech technik opracowania plantogramu: Clarke'a, Sztritera-Godunowa, Chippaux-Smirak oraz propozycji Puszczałowskiej-Lizis [4] – wskaźnik W_{gwp} . W celu klasyfikacji uzyskanych wyników przyjęli kryterium oparte na średniej arytmetycznej i odchyleniu standardowym ($\bar{X} \pm s$). Porównanie wyników według zastosowanych metod wykazało niewielkie zróżnicowanie liczebności w poszczególnych typach wysklepienia podłużnego stóp. Przykładowo, w przypadku stopy prawej kobiet, przyjmując ($\bar{X} \pm s$) za przeciętny przedział zmienności, według powszechnie stosowanego wskaźnika kąтового Clarke'a odnotowano około 14% stóp płaskich, według wskaźnika KY około 10%, Chippaux-Smirak około 15%, a według wskaźnika głębokości wysklepienia podłużnego stopy około 14%. Odmienne wyniki uzyskano odnosząc wartości dwóch najczęściej stosowanych do oceny wysklepienia podłużnego stóp wskaźników do norm Galińskiego i wsp. – kąt Clarke'a i Sztritera-Godunowa – wskaźnik KY. Różnice dotyczyły skrajnych typów (tj. płaskostopia i stóp wydrążonych). Według kąta Clarke'a odnotowano u kobiet około 10% stóp prawych płaskich oraz 36% wydrążonych, natomiast według wskaźnika KY proporcje były odwrotne, ponieważ stwierdzono 39% stóp prawych płaskich

preschool age is a decisive predictor for the later health and efficiency of feet and that Clark's angle becomes stable between 11th and 13th year of age and reflects adult feet. On the grounds of his own research this author proposes that the narrow development standard for the longitudinal arch should be defined by Clark's angle between centile 25 and 75. On the other hand, Knapik [23] made an attempt to narrow down the boundary values of Clark's angle for flat feet in adults. According to him the boundary value for flat feet should be defined as 40° or at the most 42° of Clark's angle. In order to determine the standard of longitudinal arch in the foot, Kozłowski et al. [7] propose the criterion based on the mean standard deviation ($\bar{X} \pm \frac{1}{2} s$ lub $\bar{X} \pm s$) and they suggest that feet below the boundary values should be recognized as flat feet. Knapik and Lizis [24] think these criteria could be recognized as satisfactory provided that the standard was calculated taking into account an adequately representative sample population, and the values of Clark's angle have normal distribution. Similarly Kasperczyk and Walaszek [25] argue that the standards should be based on the distributions from studies involving representative populations and the categories should be distinguished taking into account the assumed $\bar{X} \pm s$, as the mean interval.

This study also attempts at bringing systematic order to the issues related to assessment of foot structure, including the longitudinal arch. Research involving adults, who have reached their somatic maturity characteristic for the developmental stability of morphological traits provides perfect material for unifying the criteria of foot assessment in order to obtain reliable and comparable results, it also allows for resolving various opinions including those concerning the incidence rates of platypodia, and for verifying opinions of other researchers. The authors have defined types of foot arches taking into account four techniques of assessing the plantogram: Clarke's, Sztriter-Godunov's, Chippaux-Smirak's and the proposal by Puszczałowska-Lizis [4] - the W_{gwp} index. In order to classify the obtained results the authors have adopted the criterion based on arithmetic mean and standard deviation, ($\bar{X} \pm s$). The comparison of results in accordance with the adopted methods showed insignificant diversification in the number of specific types of longitudinal arch in the feet. For example in the case of the right foot in females, taking ($\bar{X} \pm s$) as an average interval of variability, the commonly used Clark's angle index showed flat feet in approximately 14% of the subjects, KY index in approx. 10%, Chippaux-Smirak's index in approx. 15%, and the index of longitudinal foot arch height in approx. 14%. The differing outcomes were obtained by comparing the values of the two indexes most commonly used in assessing the longitudinal arch in the foot to the standards proposed by Galiński et al. - Clarke's angle, and by Sztriter-Godunov - KY index. The

oraz 6% wydrążonych. Analizując rozbieżności, jakie dają się zauważyć w porównaniu między sobą wyników oceny wysklepienia łuku podłużnego sposobem Clarke'a i Sztritera-Godunowa nasuwa się stwierdzenie, że pomimo iż obie metody oceniają wysklepienie podłużne stóp i, jak wykazały badania własne, są ze sobą dość silnie skorelowane, metoda Clarke'a „preferuje” stopę wydrążoną, natomiast Sztritera-Godunowa płaską. Zatem wydaje się, że wieloznaczność wyników w kwalifikowaniu stóp do poszczególnych typów wysklepienia spowodowana jest niewłaściwymi granicami przedziałów dla polskiej populacji. Stąd konieczne jest stworzenie nowej klasyfikacji, uwzględniającej wiek oraz różnice płciowe i osobnicze.

Podjęta w pracy próba oceny wysklepienia stóp na podstawie kryterium średniej arytmetycznej i odchylenia standardowego, z zastosowaniem czterech wskaźników, wskazuje na fakt, że płaskostopie w populacji młodzieży akademickiej nie jest zjawiskiem powszechnym. Proponowane kryterium zakładające średnią arytmetyczną i odchylenie standardowe jako przeciętny poziom zmienności cechy ($\bar{X} \pm s$), opracowane na podstawie badań przekrojowych, których wyniki były zgodne z rozkładem normalnym, należy rozumieć jako propozycję normy, która została opracowana na mniejszej próbie, stąd wynika potrzeba jej zweryfikowania na odpowiednio dużej i reprezentatywnej populacji, co wymaga podjęcia szeroko zakrojonych badań w różnych regionach kraju.

Wnioski

Płaskostopie podłużne nie jest deformacją powszechnie występującą w populacji młodzieży akademickiej.

differences were related to the extreme types (i.e. flat feet and high-arched feet). According to Clark's angle 10% of the female subjects were found with platypodia and 36% with high arch in their right feet. Whereas according to KY index the proportions were reversed, showing 39% right feet with platypodia and 6% with high arch. The analysis of the discrepancies which can be seen while comparing results of the assessment of longitudinal arch obtained with Clarke's and Sztriter-Godunov's methods, allows for a conclusion that although both methods do assess the longitudinal arch in feet and – as the research shows – correlate quite strongly with each other, the Clarke's method is “more oriented towards” the high-arched foot, while the Sztriter-Godunov's method “favours” the flat foot. Therefore it seems that the ambiguity of the results in qualifying feet for the specific types of arch is a result of inadequate interval boundaries for the Polish population. That is why it is necessary to establish new classification taking into account age, as well as gender and individual differences.

The attempt made in this study to assess foot arch taking into account the criterion of arithmetic mean and standard deviation and applying four indexes shows the fact that platypodia in the population of university students is not a common problem. The proposed criterion assuming arithmetic mean and standard deviation as an average level of the variability of the trait ($\bar{X} \pm s$), based on cross-sectional studies whose results were consistent with normal distribution, should be understood as a proposed standard which was developed on a small sample, therefore it is necessary to verify it using a suitably large and representative population, and that requires extensive research in various parts of the country.

Conclusions

Longitudinal flat foot is not a common deformity occurring in university students.

Piśmiennictwo / References

1. Lizis P. *Kształtowanie się wysklepienia łuku podłużnego stopy i problemy korekcji płaskostopia u dzieci i młodzieży w wieku rozwojowym*. Podręczniki i Skrypty nr 10. AWF Kraków 2000;10-17:47-68.
2. Niedźwiedzki T, Kubicz-Czachurska M. *Urazy stopy i ich leczenie. Złamania kości stopy*. Rehab Med 2003;7(4):9.
3. Brügger A. *Lehrbuch der funktionellen Störungen des Bewegungssystems*. Brugger-Verlag. Zollikon/Benglen 2000;112-119.
4. Puszczalowska-Lizis E. *Ocena rzetelności pomiarowej oryginalnych wskaźników plantograficznych*. Przegląd Medyczny Uniwersytetu Rzeszowskiego 2010;8(2):176-181.
5. Galiński J, Piejko A, Zieliński J. *Przegląd wybranych metod oceny stanu stóp człowieka*. Wych Fiz i Zdrow 1996;1:36-40.
6. Godunov SF. *O płaskostopiu u dzieci*. Ortop Traum Protez 1968:1.
7. Kozłowski B, Łuba R. *Problemy płaskostopia u dzieci i młodzieży*. W: Dega W. (red.). *Biomechanika i profilaktyka statycznych zniekształceń stóp*. Warszawa 1981;83-89.
8. Kudasiewicz M, Kasperczyk T, Szmigiel Cz, Lizis P. *Kryteria oceny wysklepienia stopy w rozwoju ontogenetycznym dzieci i młodzieży*. Ślężyński J. (red.). *Rozwój fizyczny i motoryczny oraz postawa ciała dzieci i młodzieży niepełnosprawnej*. AWF Katowice 1991;215-221.
9. Ignasiak Z, Trojanowski I, Jasiński R, Zalewski A. *Wartości liczbowe kąta Clarke'a stopy dziecięcej na podstawie badań ciągłych*. W: Ignasiak Z, A Janusz A. (red.). *Rozwój sprawności oraz wydolności fizycznej w aspekcie morfologicznego zaawansowania i dojrzałości biologicznej dzieci i młodzieży*. AWF Wrocław 1992;57-64.
10. Dowling AM, Steele JR, Baur LA. *Does obesity influence foot structure and plantar pressure patients in prepubescent*

- children. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2001;25(6):845-852.
11. Hills AP, Henning EM, Mc Donald M, Bar-Or O. *Plantar pressure differences between obese and non-obese adults: a biomechanical analysis*. *Int J Obes* 2001;25(11):1674-1679.
 12. Echarrri JJ, Forriol F. *The development in footprint morphology in 1851 Congolese children from urban and rural areas and the relationship between this and wearing shoes*. *J Pediatr Orthop* 2003;12-B:141-146.
 13. Kanatli V, Yetkin H, Yalcin N. *The relationship between accessory navicular and medial longitudinal arch: evaluation with plantar pressure distribution measurement system*. *Foot Ankle* 2003;6:486-489.
 14. Tsung BY, Zhang M, Fan YB, Boone DA. *Quantitative comparison of plantar foot shapes under different weight-bearing conditions*. *J Rehabil Res Dev* 2003;40(6):517-526.
 15. Přidalová M, Vorálková D, Elfmark M, Janura M. *The evaluation of morphology and foot function*. *Acta Univ Palacki Olomuc Gymnica* 2004;34(1):49-56.
 16. Fuhrmann RA, Trommer T, Venbrocks RA. *The acquired bucking-flatfoot. A foot deformity due to obesity?* *Ortopaedics* 2005;(34):682.
 17. Villarroja MA, Esquivel JM, Tomá's C, Buenafé A, Moreno L. *Foot structure in overweight and obese children*. *Int J Pediatr Obes* 2007;17:1-7.
 18. Demczuk E. *Porównanie częstości występowania płaskostopia u dzieci na podstawie wybranych metod oceny plantokonturogramu*. *Fizjoter* 1993;1(2):24-27.
 19. Lizis P. *Propozycja ustalenia normy dla wysklepienia podłużnego stopy u dzieci w wieku 8-15 lat*. *Post Rehab* 1995; 9(1):25-35.
 20. Lizis P. *Propozycja ustalenia normy dla wskaźnika kąтового Clarke'a na podstawie siatki centylowej z uwzględnieniem asymetrii wysklepienia łuku podłużnego stopy u dzieci w wieku rozwojowym*. *Fizjoter* 1995;3(1):4-7.
 21. Lizis P. *Kształtowanie się wysklepienia łuku podłużnego stopy u chłopców i dziewcząt w wieku 3-6 lat*. *Fizjoter* 1999;7(1): 30-33.
 22. Lizis P. *Propozycja ustalenia normy dla wysklepienia podłużnego stopy w świetle równania regresji logistycznej wskaźnika kąтового Clarke'a u dzieci w wieku 8-15 lat z Nowej Huty*. *Rocznik Naukowy nr 28. AWF Kraków* 1999:65-79.
 23. Knapik H. *Próba uściślenia wartości granicznej kąta Clarke'a dla stóp płaskich u osób dorosłych*. *Przeł Tech Ortop Rehab* 1983;31(3-4):61-74.
 24. Knapik H, Lizis P. *Propozycja ustalenia normy wysklepienia łuku podłużnego stóp dzieci w wieku rozwojowym w oparciu o kryterium regresji logistycznej*. *Post Rehab* 1996;supl. II:338-343.
 25. Kasperczyk T, Walaszek R. *Przydatność metod punktowania w ocenie wad postawy ciała. Wady postawy ciała u dzieci i młodzieży*. *Opracowanie Monograficzne Red. J. Nowotny. WSA Bielsko-Biała* 2009:57-63.

Adres do korespondencji / Mailing address:

Ewa Puszczalowska-Lizis
Uniwersytet Rzeszowski, Instytut Fizjoterapii
ul. Warszawska 26 A, 35-205 Rzeszów
tel. 0608-70-03-69
e-mail: ewalizis@poczta.onet.pl