

## Związki pomiędzy cechami plantograficznymi stóp a siłą eksplozywną kończyn dolnych u kobiet w wieku 20-27 lat

Correlations between the plantographic characteristics of feet and the explosive power of the lower limbs in 20-27 years old women

Numer DOI: 10.2478/v10109-011-0001-y

Ewa Puszczalowska-Lizis

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

### Streszczenie:

Stopa ludzka jest ważną częścią statyczno-dynamiczną narządu ruchu. Na podstawie dostępnej literatury naukowej można stwierdzić, że wysokość wysklepienia podłużnego stopy utożsamiana jest z jej wydolnością. Związki pomiędzy wysklepieniem poprzecznym i parametrami przedniej strefy podparcia stóp a siłą eksplozywną kończyn dolnych nie były zbyt często przedmiotem badań naukowych. Związki pomiędzy wybranymi parametrami wysklepienia stopy a siłą eksplozywną kończyn dolnych zbadano u kobiet w wieku 20-27 lat. Badania o charakterze przekrojowym wykonano w latach 2008-2009 obejmując nimi 150 losowo wybranych studentek Uniwersytetu Rzeszowskiego i Beskidzkiej Wyższej Szkoły Umiejętności w Żywcu, w wieku 20-27 lat. Metodą badawczą była plantograficzna ocena stóp w warunkach statycznych. Plantogramy wykonano techniką niebrudzącą przyrządem pomysłu Ślężyńskiego. Siłę eksplozywną kończyn dolnych określono na podstawie pomiaru skoku w dal z miejsca i wysokości dosiężnego. Z danych pomiarowych obliczono: średnie arytmetyczne ( $\bar{x}$ ), odchylenia standardowe (s), współczynniki zmienności (V). Do oceny związków pomiędzy wybranymi parametrami wysklepienia stopy a siłą eksplozywną kończyn dolnych zastosowano korelację liniową Pearsona. Odnotowano słabe związki pomiędzy parametrami wysklepienia podłużnego stopy a siłą eksplozywną kończyn dolnych u badanych kobiet. Nie stwierdzono związków między parametrami wysklepienia poprzecznego i przedniej strefy podparcia stopy a długością skoku w dal z miejsca i wysokością wyskoku dosiężnego. Kształt łuku podłużnego stóp wykazuje związki z siłą eksplozywną kończyn dolnych, natomiast wysklepienie poprzeczne i parametry przedniej strefy podparcia stóp nie wykazują powiązań z siłą eksplozywną kończyn dolnych u kobiet w wieku 20-27 lat.

**Słowa kluczowe:** wysklepienie podłużne, wysklepienie poprzeczne, przednia strefa podparcia stopy, siła eksplozywna kończyn dolnych.

### Abstract:

Human foot is an important static-dynamic element of the motor system. On the basis of available scientific references it could be stated that the height of the longitudinal arch of the foot is identified with its efficiency. Correlations between the longitudinal arch and the parameters of the frontal support area and the explosive power of the lower limbs have not been a frequent subject of scientific research. To evaluate the correlations between the longitudinal arch of the foot and the explosive power of the lower limbs in women aged 20-27. A cross-sectional study was carried out in 2008-2009 in a group of 150 female students aged 20-27 randomly selected from The University of Rzeszow and Beskidy Higher School of Skills in Żywiec. The method used in the study was plantographic evaluation of the feet in static conditions. The prints of the feet were obtained by means of the non-stain technique invented by Ślężyński. The explosive power of the lower limbs was determined on the basis of the standing long jump and the standing vertical jump. The gathered data gave grounds for calculating arithmetical mean values ( $\bar{x}$ ), standard deviations (s) and coefficient of variability (V). In order to evaluate the correlations between the chosen parameters of the arch of the foot and the explosive power of the lower limbs the Pearson's linear correlation was employed. Slight correlations between the parameters of the longitudinal arch of the foot and the explosive power of the lower limbs were observed in the examined group of women. There were no correlations between the longitudinal arch and the frontal support area and the length of the standing long jump and the height of the vertical jump. The longitudinal arch correlated with the explosive power of the lower limbs, whereas the transverse arch and the parameters of the frontal support area revealed no correlations with the explosive power of the lower limbs in the examined women aged 20-27.

**Key words:** longitudinal arch, transverse arch, frontal support zone, explosive power of the lower limbs.

## Wprowadzenie

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 – mechanizmem napędowym, nadającym ciału propulsję w trakcie poruszania się.

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 [1].

Na podstawie literatury naukowej można stwierdzić, że wysokość wysklepienia podłużnego stopy utożsamiana jest z jej wydolnością [2-5]. Rattanaprasert i wsp. [6], Williams i wsp. [7], Leung i wsp. [8] zwracają uwagę na istotne znaczenie ruchomości w stawach kończyn dolnych oraz siły mięśni napinających łuki przyśrodkowe i poprzeczne dla sprawności funkcjonalnej stóp w warunkach dynamicznych. Warto podkreślić, że związki między wysklepieniem poprzecznym i parametrami przedniej strefy podparcia stóp a ich sprawnością funkcjonalną nie były zbyt często przedmiotem badań naukowych. Jednak skoro stopa dźwiga i przenosi masę całego ciała oraz zapewnia mechaniczne warunki utrzymywania równowagi, to w czynnościach tych bierze udział również przodostopie. W związku z tym założenie, że tylko wysklepienie podłużne stopy jest wskaźnikiem jej wydolności wydaje się niewystarczające.

## Cel pracy

Celem badań była próba odpowiedzi na pytania:

1. Jakie są związki między wysklepieniem podłużnym stóp a siłą eksplozywną kończyn dolnych u kobiet w wieku 20-27 lat?
2. Jakie są związki między wysklepieniem poprzecznym i parametrami przedniej strefy podparcia stóp (kąty  $\alpha$  i  $\beta$ ) a siłą eksplozywną kończyn dolnych u kobiet w wieku 20-27 lat?

## Materiał i metoda badań

Badania o charakterze przekrojowym wykonano w 2008 i 2009 roku, obejmując nimi 150 studentek I, II, i III roku studiów stacjonarnych Uniwersytetu Rzeszowskiego i Beskidzkiej Wyższej Szkoły Umiejętności w Żywcu. Wiek badanych kobiet mieścił się w przedziale 20-27 lat ( $\bar{x} = 22,8 \pm 1,8$  lat). Średnia arytmetyczna ( $\bar{x}$ ) masy ciała wyniosła  $60,40 \pm 8,30$  kg, natomiast średnia wysokości ciała:  $166,90 \pm 5,70$  cm.

Reprezentatywność próby zapewniono losowym doбором osób do badań metodą urnową, techniką losowania prostego zależnego, bez zwracania. Badania 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 Słężyńskiego [9]. Z plantogramów uzyskano następujące wskaźniki: kąt Clarke'a (Cl), wskaźnik Sztritera-Godunowa (KY), wskaźnik głębokości wysklepienia podłużnego stopy ( $W_{gwp}$ ) wg własnej propozycji [10] – wysklepienie podłużne, wskaźnik  $W_{wp}$  Wejsfloga, kąt piętowy ( $\gamma$ ) – wysklepienie poprzeczne, kąt koślawości palucha ( $\alpha$ ) i kąt szpotawości V palca ( $\beta$ ) – przednia strefa podparcia stopy (ryc. 1). Ponadto wykonano pomiary siły eksplozywnej

## Introduction

Human foot is an important static-dynamic element of the motor system. On the one hand it supports the mass of the whole body and its static conditions enables balancing of the body's spatial position, and on the other hand it is a propelling mechanism giving the body propulsion while moving.

The foot is the first element of contact with the surface during locomotion. It decreases individual pressure points of the body weight during gait thanks to its ability to adjust to irregularities of the surface, it acts as a lever while pushing off and it absorbs rotations of particular segments of the lower limb during loading response [1].

On the basis of the available scientific references it could be stated that the height of the longitudinal arch of the foot is identified with its efficiency [2-5]. Rattanaprasert et al. [6], Williams et al. [7] and Leung et al. [8] focused on the significant role of the mobility in the joints of the lower limbs and the strength of the muscles contracting the medial and transverse arches for functional efficiency of the feet in dynamic conditions. It should be emphasised that the correlations between the transverse arch and the parameters of the frontal support area of the feet and their functional efficiency have not been a common subject of scientific research. However, if the foot supports and moves the weight of the whole body and provides mechanical conditions for maintaining balance, then the forefoot also participates in those actions. Therefore the assumption that only the longitudinal arch of the foot is an index of its efficiency seems insufficient.

## Aims

The aim of the study was to find answers to the following question:

1. What are the correlations between the longitudinal arch of the foot and the explosive power of the lower limbs in women aged 20-27?
2. What are the correlations between the transverse arch of the foot and the parameters of the frontal support area of the feet (angle  $\beta$  and  $\alpha$ ) and the explosive power of the lower limbs in women aged 20-27?

## Material and methods

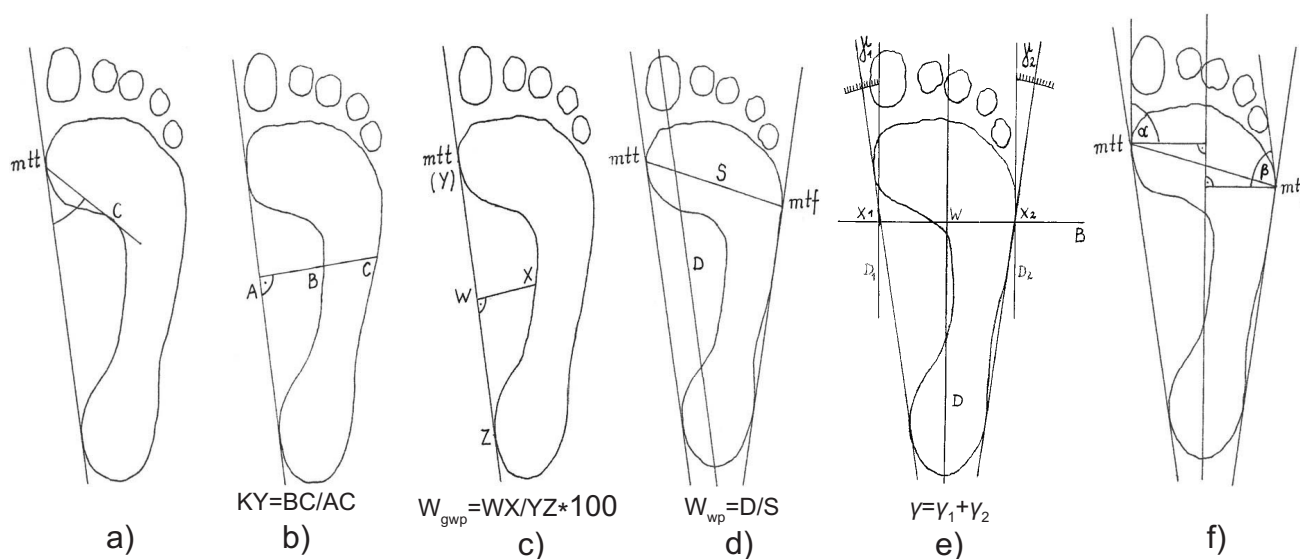
The cross-sectional study was carried out in a group of 150 full time female students of I, II and III year of the University of Rzeszów and Beskidy Higher School of Skills in Żywiec between 2008 and 2009. The age of the examined women was 20-27 (average age  $22.8 \pm 1.8$  years). The arithmetical mean value ( $\bar{x}$ ) of body mass was  $60.40 \pm 8.30$  kg and the average height was  $166.90 \pm 5.70$  cm.

Representativeness of the tests was ensured by a random choice of people for the tests, by means of the urn method – a technique of simple, dependent drawing. The research was granted permission from the authorities of the University. All the examined consented to participate in the study after being given the information on its aims and the used methods.

The method used in the study was plantographic evaluation of the feet in static conditions. The prints of the feet were obtained by means of the non-stain technique invented by Słężyński [9]. The plantographic results provided the following indexes: Clark's angle (CL), Sztriter-Godunow index (KY), index of the depth of the longitudinal arch of the foot ( $W_{gwp}$ ) according to the author's own proposal, Wejsflog index ( $W_{wp}$ ), heel angle ( $\gamma$ ) – transverse arch, hallux valgus angle ( $\alpha$ ) and the angle of varus deformity of the fifth toe ( $\beta$ ) – the frontal support area of the foot (Fig. 1). The explosive

kończyn dolnych. Pomiarów długości skoku w dal z miejsca dokonywano taśmą centymetrową z dokładnością do 1 cm. Badana osoba stała przed linią startową, ze stopami ustawionymi równolegle na szerokość bioder, następnie wykonywała skok rozpoczynając od ugięcia kolan, przeniesienia ramion dołem w tył oraz wykonując energiczny zamach rękami w przód i odbijając się mocno nogami od podłoża starała się wylądować na obydwie nogi jak najdalej i utrzymać pozycję pionową. Mierzono odległość od linii początkowej do miejsca zetknięcia tylnego brzegu pięty z podłożem. Pomiaru wyskoku osiągniętego z miejsca do skali wysokościowej umieszczonej na ścianie dokonano w następujący sposób: badana osoba stała przy ścianie, na której umieszczona była skala wysokościowa, następnie unosiła kończynę górną i bez odrywania stóp od podłoża starała się dotknąć jak najwyżej podziałki skali. Osoba badająca zaznaczała ten punkt. Następnie badana wybijała się w górę, bez rozbiegu i ponownie starała się dotknąć podziałki jak najwyżej ręką. Miara wyskoku osiągniętego była różnica pomiaru drugiego i pierwszego z dokładnością do 1 cm. Badane każdą próbę wykonywały dwukrotnie, zaliczano wynik lepszy. Pomiarów dokonywano na nieśliskim, twardym podłożu.

power of the lower limbs was also measured. The length of the standing long jump was measured by means of a measuring tape within the accuracy of 1cm. The examined person stood at the start line with their feet at the width of their hips, then began the jump by bending their knees, moving their arms low backwards and making an energetic swing forwards and pushing off the surface trying to jump as far as possible and landing on both feet while maintaining the erect position. The distance was measured from the start line to the point where the back edge of the heels touched the surface. To measure the standing vertical jump a measuring scale was placed on the wall. The examined person stood at the wall, then raised their arm and tried to touch the scale as high as possible without their feet leaving the ground. That point was marked on the scale. Next, the examined person pushed off and jumped as high as possible. The measurement of the standing vertical jump was the difference between the length of the second and first jump within the accuracy of 1 cm. The examined students performed each test twice and the better result was recorded. The measurements were carried out on a non-slippery, hard surface.



Ryc. 1. Wyznaczanie wskaźników plantograficznych: a) kąt Clarke'a, b) wskaźnik KY, c) wskaźnik głębokości wysklepienia podłużnego stopy ( $W_{gwp}$ ), d) wskaźnik  $W_{wp}$  Wejsfloga, e) kąt piętowy ( $\gamma$ ), f) kąt koślawości palucha ( $\alpha$ ) i kąt szpotawości V palca ( $\beta$ )  
 Fig. 1. The manner of drawing plantography indexes: a) Cl angle, b) KY index, c) index of depth of the longitudinal arch of the foot ( $W_{gwp}$ ), d) Wejsflog index ( $W_{wp}$ ), e) heel angle ( $\gamma$ ), f) hallux deployment angle ( $\alpha$ ) and fifth toe deployment angle ( $\beta$ )

Z danych pomiarowych obliczono: średnie arytmetyczne ( $\bar{x}$ ), odchylenia standardowe (s), współczynniki zmienności (V). Normalność rozkładu poszczególnych cech weryfikowano testem  $\chi^2$  i dodatkowo testem Kołmogorowa-Smirnowa. Do oceny związków pomiędzy wybranymi cechami wysklepienia stopy a siłą eksplozywną kończyn dolnych zastosowano korelację liniową Pearsona. W analizach statystycznych wykorzystano program Microsoft Excel pakietu Office firmy Microsoft oraz program „STATISTICA” 8.0 firmy StatSoft.

### Wyniki badań

Średnia arytmetyczna skoku w dal z miejsca badanych kobiet wyniosła  $172,70 \pm 28,34$  cm, natomiast wyskoku osiągniętego  $41,42 \pm 10,07$  cm (tab. 2).

Odnotowano słabe związki między parametrami wysklepienia podłużnego stopy a siłą eksplozywną kończyn dolnych u badanych kobiet. Kierunek korelacji wskazuje, że

On the basis of the gathered data the following were calculated: arithmetical mean values ( $\bar{x}$ ), standard deviation (s) and coefficient of variability (V). The normalcy of distribution of particular characteristics was verified by means of the  $\chi^2$  test and Kołmogorow-Smimow test. In order to evaluate the correlations between the chosen characteristics of the foot arch and the explosive power of the lower limbs the Pearson's linear correlation was employed. Statistical analyses used Microsoft Excel by Microsoft and STATISTICA 8.0 by StatSoft.

### Results

The arithmetical mean value of the standing long jump in the examined women was  $172.70 \pm 28.34$  cm and of the standing vertical jump  $41.42 \pm 10.07$  cm (Table 2).

Insignificant correlations between the parameters of the longitudinal foot arch and the explosive power of the lower limbs were found in the examined women. The correlations

Tabela 1. Cechy plantograficzne stóp badanych kobiet

Table 1. The plantographic features of feet structure in examined women

Cecha Characteristic	Stopa Foot	min-max	$\bar{x}$	s	V
CI	prawa right	19,0-75,0	51,41	8,25	16,05
	lewa left	17,0-70,0	50,81	8,45	16,63
KY	prawa right	0,00-0,77	0,42	0,11	26,18
	lewa left	0,00-0,79	0,41	0,11	27,71
$W_{gwp}$	prawa right	12,4-38,5	26,19	4,42	16,89
	lewa left	12,4-37,6	26,54	4,19	15,79
$W_{wp}$	prawa right	2,25-3,06	2,60	0,15	5,77
	lewa left	2,22-3,15	2,61	0,16	6,13
Kąt $\gamma$ $\gamma$ angle	prawa right	15,0-22,0	16,89	1,67	9,89
	lewa left	13,0-22,0	16,88	1,66	9,83
Kąt $\alpha$ $\alpha$ angle	prawa right	75,0-90,0	88,43	2,94	3,32
	lewa left	76,0-90,0	88,52	2,81	3,17
Kąt $\beta$ $\beta$ angle	prawa right	67,0-90,0	82,21	4,84	5,89
	lewa left	67,0-90,0	82,76	4,45	5,38

Tabela 2. Siła eksplozywna kończyn dolnych badanych kobiet  
Table 2. Explosive power of lower limbs in examined women

Cecha Characteristics	min-max	$\bar{x}$	s	V
Skok w dal z miejsca Standing long jump	95,0-260,0	172,70	28,34	16,41
Wyskok dosiężny Vertical jump	21,0-77,0	41,42	10,07	24,32

lepszemu wysklepieniu podłużnemu stopy towarzyszy większa siła eksplozywna kończyn dolnych. Badania nie wykazały korelacji między parametrami wysklepienia poprzecznego i przedniej strefy podparcia stopy a długością skoku w dal z miejsca i wysokością wyskoku dosiężnego. Współczynniki korelacji były niskie, nieistotne statystycznie (tab. 3).

indicate that the better the longitudinal foot arch, the greater the explosive power of the lower limbs. The study revealed no correlations between the parameters of the longitudinal foot arch and the frontal support area of the foot and the length of the standing long jump and the height of the standing vertical jump. The values of the variability coefficient were low and statistically insignificant (Tab. 3)

Tabela 3. Związki między wybranymi cechami plantograficznymi a siłą eksplozywną kończyn dolnych badanych kobiet  
Table 3. Connections between chosen plantographic features and explosive power of lower limbs in examined women

Cecha Characteristics	Stopa Foot	Skok w dal z miejsca Standing long jump	Wyskok dosiężny z miejsca Standing vertical jump
		r	
CI	prawa right	<b>0,31</b>	<b>0,23</b>
	lewa left	<b>0,29</b>	<b>0,26</b>
KY	prawa right	<b>-0,34</b>	<b>-0,29</b>
	lewa left	<b>-0,34</b>	<b>-0,27</b>
$W_{gwp}$	prawa right	<b>0,27</b>	<b>0,27</b>
	lewa left	<b>0,26</b>	<b>0,25</b>
$W_{wp}$	prawa right	0,07	0,07
	lewa left	0,09	0,14
Kąt $\gamma$ $\gamma$ angle	prawa right	0,07	0,07
	lewa left	0,16	0,03
Kąt $\alpha$ $\alpha$ angle	prawa right	0,07	-0,03
	lewa left	0,08	-0,05
Kąt $\beta$ $\beta$ angle	prawa right	-0,12	-0,11
	lewa left	-0,13	-0,07

istotność statystyczną na poziomie  $p < 0,05$  wyróżniono drukiem półgrubym  
statistic essentiality at the level  $p < 0.05$  is presented in bold type



## Dyskusja

Przegląd obszernego piśmiennictwa poświęconego problematyce stóp pozwala twierdzić, że badania były prowadzone w różnych aspektach i odmiennymi metodami. Istotne znaczenie mają publikacje poświęcone ocenie wydolności stóp w warunkach dynamicznych. Znacząca liczba doniesień dotyczyła oceny zmian łuku przyśrodkowego stopy podczas poruszania się. Zaobserwowano wydłużanie się łuku przyśrodkowego pod wpływem pionowego obciążenia masą ciała i jego skrócenie w trakcie zgięcia podszwowej stopy [6-8]. Nachbauer i Nigg [11] zastosowali platformę tensometryczną *Kistlera* do oceny zależności między różnym rodzajem wysklepienia podłużnego stopy a siłą reakcji podłoża w trakcie poruszania się. Okazało się, że w stopach płaskich największa siła nacisku na początku przyłożenia stopy do podłoża pojawia się na śródstopiu, a zdecydowanie później nadmiernemu obciążeniu ulega przodostopie. Odwrotna tendencja występuje u osób z wysokim wysklepieniem, gdyż na początku obciążenia podszwowej powierzchni stopy największemu naciskowi poddana jest przednia strefa podparcia stopy.

Wielu autorów uważa, że budowa morfologiczna stóp oraz ich deformacje wiążą się z określonymi dyscyplinami sportowymi [12-20]. Z analizy obszernego piśmiennictwa na temat wpływu sportu wyczynowego na kształtowanie się i wydolność stopy wynika, że na skutek silnego i powtarzającego się obciążenia, normalna wydolność mięśniowo-więzadłowa ulega naruszeniu, powodując odchylenia w budowie stopy. Nadmierne przeciążenia kończyn dolnych w sporcie, które powtarzają się cyklicznie, prowadzą do niewydolności statyczno-dynamicznej stabilizatorów czynnościowych stóp, np. u czynnych lekkoatletów długodystansowe biegi wytrzymałościowe noszą ryzyko stopniowego pojawiania się i utrwalania płaskostopia. Podobne tendencje występują u narciarzy, hokeistów, szermierzy, ciężarowców, zapaśników, piłkarzy nożnych i tenisistów. Z kolei gimnastyki, tancerze, koszykarze oraz siatkarze mają na ogół dobrze wysklepione stopy. Wydaje się, że ćwiczenia skocznościowe i specyfika treningu w niektórych dyscyplinach sportowych sprzyjają budowie morfologicznej stóp, choć bywają sportowcy wybitnie skocznymi a posiadający płaskostopie. Wydaje się, że w tym przypadku czynnikiem wpływającym na sprawność motoryczną jest nie tyle stopień ukształtowania stóp, co odpowiedni proces treningowy.

Przedstawione fakty skłoniły do podjęcia badań własnych na temat związków pomiędzy ukształtowaniem stóp a siłą eksplozywną kończyn dolnych. Stwierdzono korelacje między parametrami wysklepienia podłużnego a długością skoku w dal z miejsca i wysokością wyskoku osiągniętego u badanych kobiet. Lepszemu wysklepieniu podłużnemu stopy towarzyszy większa siła eksplozywna kończyn dolnych. Można zatem przyjąć, że lepiej wysklepiona stopa może efektywniej wykonywać swoją funkcję, co przekłada się na zdolność mięśni kończyn dolnych do rozwijania maksymalnej siły w jak najkrótszym czasie, w czynnościach tego wymagających. Jednakże słaby charakter omawianych związków nie skłania do wyciągania zbyt daleko idących wniosków, natomiast wskazuje na potrzebę kontynuowania badań z wykorzystaniem dokładniejszych narzędzi pomiarowych. Brak związków między wysklepieniem poprzecznym i parametrami przedniej strefy podparcia stopy pozwala twierdzić, że kształt przodostopia nie wpływa na siłę eksplozywną kończyn dolnych u badanych kobiet.

## Wnioski

1. Kształt łuku podłużnego stóp wykazuje słabe związki z siłą eksplozywną kończyn dolnych u badanych kobiet.
2. Wysklepienie poprzeczne i parametry przedniej strefy

## Discussion

The review of the variety of references on the subject of feet allows one to observe that many researches have been carried out and by means of different methods and considering various aspects. Significant are the ones devoted to evaluation of the efficiency of feet in dynamic conditions. Many studies concerned the evaluation of the changes in the medial foot arch during locomotion. It has been observed that the medial foot arch lengthens under the influence of the vertical load of body mass and it shortens during plantar flexion of the foot [6-8]. Nachbauer and Nigg [11] used a tensometric platform by *Kistler* to evaluate the correlations between the type of longitudinal foot arch and the reaction force of the surface during locomotion. They observed that in flat feet the greatest pressure when the foot starts touching the surface occurs in the metatarsus, and later on it is the forefoot that is overloaded. A reverse tendency is observed in people with high foot arch, because at the beginning of loading of the planter area of the foot the greatest pressure is put on the frontal support area.

Many researchers believe that the morphological build of the feet and their deformations are related to particular sport disciplines [12-20]. The review of available references on the influence of competitive sports on the build and efficiency of the foot revealed that as a result of great and repeated loading the normal muscular-ligamentous efficiency is disturbed causing deviations in the foot structure. Overloading of the lower limbs in sport which occurs regularly leads to static-dynamic inefficiency of the active-passive stabilisers of the feet. For example in active athletes long-distance endurance running brings the risk of gradually occurring and fixing platypodia. Similar tendencies may be observed in skiers, hockey players, fencers, weightlifters, wrestlers, soccer and tennis players. On the other hand gymnasts, dancers, basketball and volleyball players usually have well arched feet. It seems that jumping exercises and the specifics of training in some sport disciplines facilitate the morphological structure of the feet. However, there are extraordinarily agile athletes who have platypodia. It appears that in that case the factor influencing the motor efficiency is not the structure of the feet, but the proper training process.

The presented facts prompted the author to carry out her own research on the correlations between the feet structure and the explosive power of the lower limbs. The study revealed the correlations between the parameters of the longitudinal foot arch and the length of the standing long jump as well as the height of the standing vertical jump in the examined women. The better the longitudinal foot arch, the greater the explosive power of the lower limbs. Therefore it may be assumed that well arched feet may be more effective which translates into the ability of the muscles of the lower limbs to achieve their maximal strength in the shortest time. Since the aforementioned correlations are not significant too far-reaching conclusions should not be drawn, however, it seems necessary to continue the research with the use of more accurate measuring tools. No correlations between the longitudinal foot arch and the parameters of the frontal support area of the foot allow one to conclude that the structure of the forefoot does not influence the explosive power of the lower limbs in the examined women.

## Conclusions

1. The build of the longitudinal foot arch shows slight correlations with the explosive power of the lower limbs in the examined women.

podparcia stóp nie wykazują powiązań z siłą eksplozywną kończyn dolnych u kobiet w wieku 20-27 lat.

2. The longitudinal foot arch and the parameters of the frontal support area show no correlations with the explosive power of the lower limbs in women aged 20-27.

## Piśmiennictwo References

- [1] Niedźwiedzki T., Kubicz-Czachurska M. *Urazy stopy i ich leczenie. Część I: Złamania kości stopy*. Rehab. Med., 2003, 7, 4, 9.
- [2] Siebert W. E., Schaff P. *Dynamische – Möglochkeiten der orthopädischen Schuhversorgung in der Sportmedizin Pedographic*. Ost. 1987, 11, 494-497.
- [3] Kasperczyk T., Sobiecka J. *Wartości momentów sił zginaczy i prostowników stopy w zależności od poziomu wysklepienia stopy. Przywracanie i doskonalenie sprawności i wydolności fizycznej osób niepełnosprawnych*. AWF, Warszawa 1988, 52-53.
- [4] Cavanagh P. R., Hevitt Jr, Pery J. E. *In-shoe plantar pressure measurement: a revive*. Foot, 1992, 2, 185-194.
- [5] Scherer P. *Step on the gas*. Biomechanics, 1994, 3, 33, 61-94.
- [6] Rattanaprasert V., Smith R., O'Dwyer N., Torode M. *Threedimensional forefoot motion relative, to the rear-foot and the medical longitudinal arch-abstract*. Australian Biomechanics Conference 2000, 75.
- [7] Williams D. S., Mc Clay I. S., Hamill, Buchanan T. S. *Lower extremity kinematic and kinetic differences in runners with high and low arches*. J. Appl. Biomech., 2001, 17, 2, 153-163.
- [8] Leung A. K., Cheng J. C., Zhang M., Fan Y., Dong X. *Contact forceratio: a new parametr to asses foot arch function*. Prosthet. Orthot. Int., 2004, 28, 2, 167-174.
- [9] Ślężyński J., Dudar B. *Przyrząd do odbitek plantograficznych stóp*, [w:] J. Ślężyński (red.) *Postawa ciała człowieka i metody jej oceny*. AWF, Katowice 1992, 275-276.
- [10] Puszczalowska-Lizis E. *Ocena rzetelności pomiarowej oryginalnych wskaźników plantograficznych*. Przegl. Med., 2010, 8, 2, 176-181.
- [11] Nachbauer W., Nigg B. M. *Effects of arch height of the foot and ground reaction forces in running*. Med. Sci. Sports Exerc., 1992, 24, 11, 1246-1269.
- [12] Galiński J., Kuźmicki S., Piejko A., Zieliński J. *Stopy zawodników kadry narodowej judo – ocena plantokonturograficzna*. Wych. Fiz. i Sport., 1997, 1, 2, 129-139.
- [13] Demczuk-Włodarczyk E., Bieć E. *Budowa morfologiczna stóp zawodników trenujących sporty walki*. Fizjoterapia, 2002, 10, 3-4, 37-42.
- [14] Nadolska-Ćwikła I. *Wysklepienie stop u zapasników kadry Polski pod wpływem treningu. Aktywność fizyczna ludzi w różnym wieku*. Szczecin 2000, 57-62.
- [15] Femino J. E., Trepman E., Chisholm K., Razzano L. *The role of the flexor hallucis longus and peroneus longus in the stabilization of the ballet foot*. J. Dance Med. Sci., 2000, 4, 3, 86-89.
- [16] Korpelainen R., Orava S., Karpakka J., Sura P., Hulkko A. *Risk factors for recurrent stress fractures in athletes*. Am J. Sports Med., 2001, 29, 4, 304-310.
- [17] Peterson L., Renstrom P. *Foot in sport injuries: their prevention and treatment*. J. Hum. Kinet., 2001, 393-427.
- [18] Calvo J. B., Fernandez J., Camacho J., Sanz R., Pellico L. G. *Foot morphology and dance training*. J. Dance Med. Sci., 2003, 7, 2, 58-59.
- [19] Aydog S. T., Ozcakar L., Tetik O., Demirel H. A., Hascelik Z., Doral N. N. *Relation between foot arch index and ankle strength in elite gymnasts a preliminary study*. Br. J. Sports Med., 2005, 39, 3, 13.
- [20] Lizis P., Puszczalowska-Lizis E. *Charakterystyka zmian podszwowej powierzchni stóp oraz związki kąta Clarke'a z wybranymi cechami budowy ciała u koszykarzy I ligi polskiej*. Fizjoterapia, 2006, 14, 1, 43-52.

**Adres do korespondencji:  
Address for correspondence:**

Ewa Puszczalowska-Lizis  
Uniwersytet Rzeszowski  
Instytut Fizjoterapii  
ul. Warszawska 26a  
35-205 Rzeszów  
tel. 608-70-03-69  
e-mail: ewalizis@poczta.onet.pl

**Wpłynęło/Submitted: III 2011  
Zatwierdzono/Accepted: VI 2011**