

DAWID MUCHA, TADEUSZ AMBROŻY, DARIUSZ MUCHA, PIOTR KOTEJA  
Akademia Wychowania Fizycznego w Krakowie

STAN WYSKLEPIENIA I ROZKŁAD SIŁ  
NACISKU STRON PODESZWOWYCH STÓP  
NA PODŁOŻE U STUDENTEK PPWSZ  
W NOWYM TARGU

FOOT ARCH AND DISTRIBUTION OF GROUND PRESSURE  
OF FEET OF STUDENTS OF THE PODHALE STATE  
HIGHER VOCATIONAL SCHOOL IN NOWY TARG (PPWSZ)

**ABSTRACT**

The aim of this paper was to evaluate foot arch and distribution of ground pressure of feet of students of the Podhale State Higher Vocational School in Nowy Targ (PPWSZ). Research was conducted in March 2015. 32 students of the Podhale State Higher Vocational School in Nowy Targ, aged 20-24 years, participated in the research. The average age was 21,43 years. The results obtained in the control group were used to carry out a comparative assessment of somatic characteristics. The following somatic characteristics were examined: height, body weight, height and weight of feet, foot arch, which was assessed by determining Clark's angle and Wejsflog's indicator (by means of Podoscan 2D), surface of the sole of the foot and distribution of ground pressure, which was examined by means of a baropodometric platforms (FreeMed). Height and body weight were used to calculate BMI and the results were referred to foot arch and ground pressure on the sole of the foot.

In the analysis of the results it has been found that height, body mass and BMI in the research group are at a slightly higher level than in case of population of Małopolska, which exerts significant influence on foot arch since overweight and obesity correlates negatively with the reduction of the longitudinal foot arch. However, the level of longitudinal and transverse foot arch of right and left foot, with account being taken of age and sex of participants, is still within normal limits laid down in the literature on the subject. Those results feed into the broadly interpreted safety culture along with its three pillars: individual, social and material ones.

#### **KEY WORDS**

foot, foot arch, ground pressure

#### **ABSTRAKT**

Celem pracy była ocena stanu wysklepiania i rozkładu sił nacisku na podłoże stóp studentek PPWSZ w Nowym Targu. Badania zostały przeprowadzone w miesiącu marcu 2015 roku, a udział wzięły w nich 32 studentki PPWSZ w Nowym Targu w wieku od 20 do 24 lat. Średnia wieku wyniosła 21,43 lat. Dla oceny porównawczej cech somatycznych badanych użyto wyników grupy porównawczej. Wykonano badania cech somatycznych: wysokości ciała, masy ciała, długości i szerokości stóp, a także oceny wysklepiania stóp, wyznaczając kąt Clarke'a i wskaźnik Wejsfloga (przy użyciu Podoscantu 2D), powierzchni ich stron podeszwowych oraz rozkładu obciążenia za pomocą platformy sił reakcji podłoża (FreeMed). Wykorzystując pomiary wzrostu i masy ciała obliczono wskaźnik BMI, a wyniki odniesiono do stanu wysklepiania stóp oraz sił nacisku na ich podeszwową powierzchnię.

Analizując wyniki stwierdzono, iż wysokość, masa ciała oraz wskaźnik BMI w badanej grupie są na nieco wyższym poziomie od populacji małopolskiej, co ma również istotny wpływ na stan wysklepiania stóp, ponieważ nadwaga i otyłość koreluje negatywnie z obniżeniem wysklepiania podłużnego stopy, jednak poziom wysklepiania podłużnego i poprzecznego stopy prawej i lewej z uwzględnieniem wieku i płci badanych mieści się w granicach norm ustalonych w literaturze przedmiotu.

Powyzsze badania wpisują się w szeroko interpretowaną kulturę bezpieczeństwa, wraz z jej trzema filarami: indywidualnym, społecznym i materialnym.

#### **SŁOWA KLUCZOWE**

stopa, stan wysklepiania, nacisk na podłoże

„Stopa ludzka jest machiną o mistrzowskiej konstrukcji oraz dziełem sztuki”  
*Leonardo da Vinci*

## WSTĘP

Stopa jest jednym z najważniejszych elementów układu ruchu człowieka<sup>1</sup>. Zagadnienie wydolności i budowy stóp budzi zainteresowanie wielu specjalistów. Wynika to przede wszystkim z funkcji stopy, ponieważ stanowi ona podparcie dla całego ciała. Stopa jest gwarantem prawidłowego chodu oraz podstawą utrzymania prawidłowej postawy ciała. Do głównych uwarunkowań stopy należą funkcje: amortyzacyjna, podporowa, a także realizacja zadań jako jednego z ogniw sensorycznych i napędowych. Prawidłowe ukształtowanie łuków podłużnych i poprzecznych stopy uzależnione jest od budowy morfologicznej, ich wynikiem jest sprawność i wydolność stóp. Do zadań łuków należy pośrednio ochrona narządów wewnętrznych człowieka poprzez amortyzację wstrząsów, a także maksymalna izolacja ośrodkowego układu nerwowego przed mikrourazami powstającymi w trakcie przemieszczania. Stopa posiada szeroki wachlarz zdolności autoregulacji, co przekłada się podczas rozkładu obciążenia na poszczególne części stopy. Problematyka płaskostopia dzieci i młodzieży została szeroko opisana przez wielu autorów parających się powyższymi zagadnieniami. Liczne zmiany funkcjonalne w obrębie kończyny dolnej mogą być wynikiem obniżonego lub zniesionego przede wszystkim łuku dynamicznego stopy, a w konsekwencji zaburzenia przekładają się na cały łańcuch biokinematyczny i prowadzą do zaburzenia motoryki stopy oraz funkcji chodu. Płaskostopie może mieć wpływ na zaburzenia w obrębie narządu ruchu, a w konsekwencji doprowadzić nawet do chorób nerwowo-mięśniowych czy dysfunkcji w obrębie kręgosłupa. Problem płaskostopia jest szczególnie zauważalny u osobników otyłych<sup>2</sup>. Dolegliwości bólowe stopy, łydki, stawu kolanowego, stawu biodrowego czy tułowia, zaburzenia w motoryce chodu to nie tylko wpływ płaskostopia, ale również stopy wydrążonej. Dysfunkcja ta ma również duży wpływ na pogorszenie równowagi w pozycji stoją-

---

<sup>1</sup> Umбраško S., Vētra J., Dulevska I., Boka S., Gavricenkova L., Zagare R. 2007. *Specificities of foot growth among schoolchildren of Riga and Latvian regions*. Papers Anthropol, 16: 283-292.

<sup>2</sup> Mauch M., Grau S., Krauss I., Maiwald C., Horstmann T. 2008. *Foot morphology of normal, underweight and overweight children*. Int J Obes, 32: 1068-1075.

cej<sup>3</sup>. Otyłość jest najczęściej występującą chorobą cywilizacyjną XXI wieku, której nie sposób pominąć pisząc o wadach stóp, gdyż uważana jest za jeden z głównych czynników skorelowanych negatywnie z nieprawidłowym ukształtowaniem stóp<sup>4</sup>. U dzieci otyłych zdecydowanie częściej występują zaburzenia w obrębie kończyn dolnych<sup>5</sup>, a nadmierne otłuszczenie może prowadzić do zmian w budowie, czy kształcie stóp oraz stawów kolanowych, niż u dzieci o prawidłowym współczynniku zawartości tkanki tłuszczowej w organizmie<sup>6</sup>. Siła i wytrzymałość kończyn dolnych w znacznym stopniu determinuje sprawność fizyczną człowieka, natomiast aktywność ruchowa uprawiana na poziomie wyższym niż przeciętnym silnie koreluje z prawidłową budową stóp.

Istnieje wiele metod badania stóp, ocena ich stanu nie należy do najprostszych, podobnie jak ocena postawy ciała. Na początku XXI wieku rozwój technologii pozwala na coraz bardziej dokładne i obiektywne badania, które dzięki powtarzalności i programom komputerowym można łatwo porównać. Dzięki tym metodom wszystkie przeprowadzone badania są rzetelne i istnieje możliwość kontroli pracy z pacjentem, jednak zauważalne są braki w opisywaniu poszczególnych wskaźników stopy, ze szczególnym uwzględnieniem norm. Do dużej rozbieżności w ocenie wysklepienia stóp może dochodzić z powodu stosowania w badaniach różnorodnych metod i przyrządów pomiarowych, braku jednoznacznego określenia norm w ocenie stopy prawidłowej, która to powinna uwzględniać przede wszystkim: wiek badanego i płeć.

<sup>3</sup> Kernozek TW., Ricard MD. 1990. *Foot placement angle and arch type: effect on rearfoot motion*. Arch Phys Med Rehabil, 71(12): 988-991. Scott G., Menz HB., Newcombe L. 2007. *Age-related differences in foot structure and function*. Gait Posture, 26(1): 68-75. Shih YF., Chen WY., Lin HC. 2012. *Lower extremity kinematics in children with and without flexible flatfoot: a comparative study*. BMC Musculoskeletal Disorders, 13(31): 175-184.

<sup>4</sup> Drożdż D., Kwinta J., Pietrzyk JA., Korohoda P., Drożdż M., Sancewicz-Pach K. 2007. *Wskaźnik masy ciała (BMI) czy analiza bioimpedancji elektrycznej (BIA) – która metoda pozwala lepiej ocenić zawartość tkanki tłuszczowej u dzieci?* Przegl Lek, 64(suppl 4): 68-71. Malecka-Tendra E., Mazur A. 2006. *Childhood obesity: a pandemic of the twenty-first century*. Int J Obes, 30: 1-3. Young JB. 2010. *Diabetes, obesity and heart failure: the new pandemic*. MDCVJ, 6(2): 20-26.

<sup>5</sup> Krul M., van der Wouwen JC., Schellevis FG, van Suijlekom-Smit LWA, Koes BW. 2009. *Musculoskeletal problems in overweight and obese children*. Ann Fam Med, 7(4): 352-356.

<sup>6</sup> Scherer P. 2009. *The obesity epidemic in children is causing flatfeet*. Podiatry Management, 159-165.

Wyróżnia się metody badań subiektywne i obiektywne. Badanie subiektywne jest to badanie które jest najczęściej dostępne w warunkach pracy nauczyciela wychowania fizycznego i polega na przeprowadzeniu odpowiedniego wywiadu z dzieckiem oraz usystematyzowanych oględzinach.

Do grupy metod obiektywnych zaliczamy zdjęcia radiologiczne (z różnymi metodami pomiarowymi), metodę chirurgiczno-ortopedyczną, antropologiczną, podoskopową, telewizyjną, a także artroskopijną. Metoda artroskopijna jest najprostszą oraz najbardziej rozpowszechnioną w badaniu stóp, gdyż polega na wykonaniu odbitek stóp – plantokonturogramu, który jest odzwierciedleniem budowy stopy. Na podstawie uzyskanych odbitek (plantokonturogramu) można ocenić stopień wysklepienia podłużnego i poprzecznego stopy. Niezbędne jest wykorzystanie do analizy wybranych wskaźników: kąta Clarke'a (CL), Wejsfloga (W), Bałakirewa, Sztritera – Goudnowa (KY) czy kąta  $\gamma$ . Podkreślić należy znaczenie metody podoskopowej (podoskop, fotopodoskop, podoskaner), w której to komputer daje obiektywny pomiar przestrzennych parametrów opisujących stopę, w tym pozwala określić liczbowo kąt szpotawości palca małego i palucha, każdy z pięciu łuków podłużnych, łuk poprzeczny przedni oraz długość i szerokość stopy.

Uzupełnieniem do badania podoskopowego może być mata tensometryczna (platforma sił reakcji podłoża), gdyż urządzenie to pozwala przeanalizować, którą część stopy badany mocniej naciska na płaszczyznę podparcia (podłoże) podczas stania i chodu, a także w czasie biegu. Za pomocą urządzenia i jego oprogramowania można również wykonać badanie równowagi. Wszystkie badania przedstawiane są w sposób graficzny i liczbowy (z dokładnym uwzględnieniem części, której dotyczą). Badanie równowagi, czyli badanie posturograficzne, znajdujące swoje „miejsce” w nauce nazwanej baropodometrią, jest analizą rozkładu sił nacisku na podłoże pozwalającą precyzyjniej określić dysfunkcje w obrębie stopy. Nadmierne przeciążenia w obrębie aparatu kostno-stawowego oraz mięśniowego i osłabienie mięśni odpowiedzialnych za wysklepienie stopy przyczyniają się do powstawania wad stóp, które dotyczą zarówno przodostopia, śródstopia jak i tyłostopia. Do najczęściej występujących zalicza się<sup>7</sup> stopę płaską, stopę płasko-koślawą, stopę poprzecznie płaską, stopę szpotawą oraz stopę wydrążoną,

W pracy podjęto próbę oceny stanu wysklepienia i rozkładu sił nacisku na podłoże stóp u studentek PPWSZ w Nowym Targu.

---

<sup>7</sup> T. Kasperczyk, *Wady postawy ciała*. Kasper. Kraków 2002.

## CEL PRACY I PYTANIA BADAWCZE

Celem pracy była ocena stanu wysklepiania i rozkładu sił nacisku na podłoże stóp u studentek PPWSZ w Nowym Targu. Chcąc osiągnąć powyższy cel postawiono następujące pytania badawcze:

1. Jaka jest wysokość, masa ciała oraz wskaźnik BMI w badanej grupie?
2. Jaka jest długość i szerokość stóp badanych ?
3. Czy powierzchnia stron podeszwowych stóp lewej i prawej różni się od siebie?
4. Czy poziom wysklepiania podłużnego i poprzecznego obu stóp mieści się w granicach normy?
5. Czy obciążenie stopy lewej i prawej jest na tym samym poziomie?
6. Czy występują różnice w obciążeniu przodostopia i tyłostopia stopy lewej i prawej?

## MATERIAŁ I METODA BADAŃ

### **Materiał badawczy**

Badania zostały przeprowadzone w miesiącu marcu 2015 roku, a udział wzięły w nich 32 studentki PPWSZ w Nowym Targu w wieku od 20 do 24 lat. Średnia wieku wyniosła 21,43 lat. Dla oceny cech somatycznych użyto wyników grupy porównawczej (n=99), kobiet w wieku 19 lat <sup>8</sup>.

### **Metody badań**

Wykonano badania cech somatycznych: wysokości ciała, masy ciała, długości i szerokości stóp, powierzchni ich stron podeszwowych oraz rozkładu obciążenia. W ocenie stanu wysklepiania stóp wzięto pod uwagę poziom wysklepiania podłużnego i poprzecznego oraz stan równowagi w obrębie obu stóp.

### **Cechy somatyczne**

Wykonano pomiary wysokości i masy ciała:

1. Wysokość ciała (B - v) w cm., mierzono w pozycji stojącej wyprostowanej od podstawy pomiaru (Basis) do punktu Vertex. Pomiaru wysokości ciała dokonano za pomocą antropometru typu Martina z dokładnością do 1mm.
2. Masę ciała w kg., mierzono za pomocą wagi elektronicznej (TANITA® TBF- 662F), z uniesieniem rąk w górę w przód zgodnie z metodologią badania urzędnika, stopy umieszczone na wyznaczonych do tego polach, w stroju gimnastycznym bez obuwia, z dokładnością do 100g. Ponadto dla każdego osobnika obliczono na podstawie powyższych danych wskaźnik wagowo-wzrostowy Body Mass Index (BMI) według wzoru:

---

<sup>8</sup> M. Chrzanowska, S. Gołąb, R. Żarów, J. Sobiecki, J. Brudecki., *Dziecko Krakowskie 2000*. Studia i Monografie Nr 19. AWF Kraków 2002.

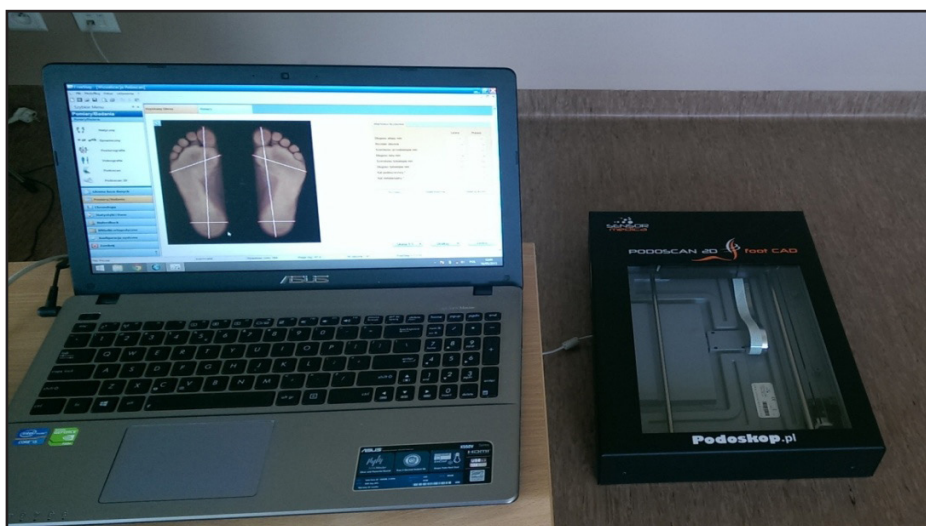
$BMI = \text{masa ciała (kg)} / \text{wysokość ciała (m)}^2$

### Ocena wysklepienia stopy

Do oceny wybranych wskaźników stopy wykorzystano podoskop - skaner 2D (ryc.1) z wbudowanymi czujnikami, komputerem z kompletnym oprogramowaniem do analizy obrazu uzyskanego ze skanera oraz matę tensometryczną wraz z komputerem zawierającym kompletne oprogramowanie do odczytu danych z maty. U każdego badanego wykonano ocenę składu ciała, a następnie w kolejności oceny wysklepienia stóp i rozkładu sił nacisku, z których wyniki były poddawane dalszej analizie. Podczas pomiarów obie stopy były badane jednocześnie, a na wszystkie urządzenia badani wchodzili boso w pozycji wyprostowanej, kończyny górne swobodnie zwieszane wzdłuż tułowia, stopy ustawione równoległe do siebie w lekkim rozkroku.

Pomiaru wartości długościowo-szerokościowo-wysokościowych stopy dokonano z dokładnością do 0,5 mm, wartości powierzchni plantokonturogramu stopy z dokładnością do 1mm<sup>2</sup>. Ocena rzetelności przeprowadzonych pomiarów wykazała, że różnice między dwukrotnie wykonanymi pomiarami na 30-osobowej grupie kontrolnej są statystycznie nieistotne, na poziomie  $\leq 0,05$  [14]. Badanie stóp zgodnie z przyjętą procedurą dokonuje się w obciążeniu masą własną. Osoba badana staje na szybie podoskopu w postawie swobodnej, a zapis obrazu w komputerze odbywa się automatycznie z częstotliwością 1s około 3-5 powtórzeń.

RYC. 1. PODOSKOP W PEŁNEJ WERSJI KOMPUTEROWEJ (ARCH. WŁASNE).





Ze wskaźników oceniających budowę stóp wyliczono za pomocą programu komputerowego następujące wartości:

Długość stopy prawej i lewej wyrażoną w mm (odległość między punktami akropodion, a pterion na plantogramie).

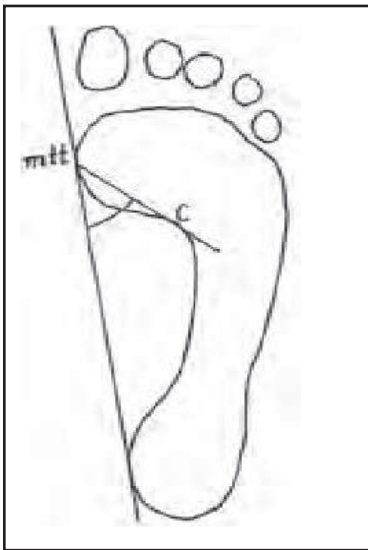
1. Szerokość stopy prawej i lewej mierzoną w mm (odległość między punktami metatarsale fibulare a metatarsale tibiale na plantogramie).

2. Powierzchnię strony podeszwowej stopy prawej i lewej wyrażoną w  $\text{cm}^2$  oraz rozkład sił nacisku stóp (powierzchnia plantogramu stopy).

3. Poziom wysklepienia podłużnego stopy prawej i lewej z wykorzystaniem następującego wskaźnika:

- wskaźnik kątowy Clarke'a (CL) wyrażony w stopniach: kąt zawarty między prostą przechodzącą przez punkty metatarsale tibiale i najbardziej wewnętrzny na brzegu przyśrodkowym pięty a prostą łączącą punkt największego wgłębienia przodostopia i metatarsale tibiale (ryc.2).

RYC. 2. WYZNACZANIE WSKAŹNIKA KĄTOWEGO CLARKE`A (CL) <sup>9</sup>.



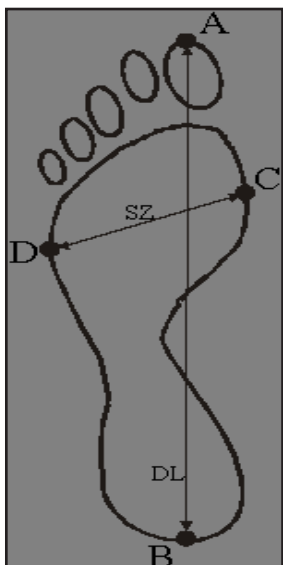
4. Poziom wysklepienia poprzecznego stopy prawej i lewej - wykorzystano do niego wskaźnik „W” (ryc.3):

- wskaźnik „W” Wejsfloga: stosunek długości stopy do jej szerokości.

<sup>9</sup> E. Puszczalowska-Lizis, *Związki wysklepienia podłużnego z architekturą poprzeczną i przednią strefą podparcia stopy u młodzieży akademickiej*. Fizjoterapia; 19(3): 3-8, 2011a



RYC. 3. WYZNACZANIE WSKAŹNIKA „W”-WEJSFLOGA<sup>10</sup>.



### Zastosowane metody statystyczne

Analizę statystyczną przeprowadzono za pomocą pakietu Microsoft Office Excel 2007. Do analizy zebranych danych ilościowych wykorzystano statystyki opisowe: średnią arytmetyczną ( $\bar{x}$ ); odchylenie standardowe (s); minimum (min), maksimum(max).

### WYNIKI

#### Analiza cech somatycznych

W tabeli 1 i 2 zawarto wyniki statystyki podstawowej wysokości i masy ciała dla studentek z Nowego Targu i grupy porównawczej z Krakowa <sup>11</sup>.

TAB. 1. WYSOKOŚĆ CIAŁA [CM].

L.p.	N	Średnia	Min	Max	S
Studentki badane	32	164,93	156,00	170,00	3,99
Grupa porównawcza	99	164,40	149,80	181,00	5,75

<sup>10</sup> <http://www.cq.com.pl>

<sup>11</sup> M. Chrzanowska, S. Gołąb, R. Żarów, J. Sobiecki, J. Brudecki, *Dziecko Krakowskie 2000. Studia i Monografie* Nr 19. AWF Kraków 2002.

TAB. 2. MASA CIAŁA [KG].

L.p.	N	Średnia	Min	Max	S
Studentki badane	32	59,00	50,00	83,00	8,37
Grupa porównawcza	99	56,20	44,00	98,00	7,59

### Wskaźnik BMI

W tabeli 3 zawarte zostały wyniki statystyki podstawowej wskaźnika BMI dla studentek z Nowego Targu i grupy porównawczej.

TAB. 3. WSKAŹNIK BMI BADANYCH I GRUPY PORÓWNAWCZEJ [KG/M<sup>2</sup>].

L.p.	N	Średnia	Min	Max	S
Studentki badane	32	21,66	18,59	28,72	2,60
Grupa porównawcza	99	20,80	16,80	31,80	2,41

### Charakterystyka budowy stóp

W tabeli 4 i 5 zawarto wyniki statystyki podstawowej dla długości stóp studentek z Nowego Targu.

TAB. 4. DŁUGOŚĆ STÓP [MM].

Stopa	Średnia	Min	Max	S
Lewa	237,29	223,00	253,00	10,93
Prawa	236,29	221,00	255,00	11,83

TAB. 5. SZEROKOŚĆ STÓP [MM].

Stopa	Średnia	Min	Max	S
Lewa	93,79	86,00	101,00	4,92
Prawa	94,00	87,00	102,00	4,93

### Powierzchnia stron podeszwy stóp

W tabeli 6 zawarto wyniki statystyki podstawowej powierzchni obciążenia stóp dla studentek z Nowego Targu.

TAB. 6. POWIERZCHNIA OBCIĄŻANIA STÓP [CM<sup>2</sup>].

Stopa	Średnia	Min	Max	S
Lewa	85,64	67,00	112,00	12,67
Prawa	87,86	74,00	107,00	9,58

### Poziom wysklepienia podłużnego stóp - kąt Clarke'a (CL)

W tabeli 7 zawarto wyniki statystyki podstawowej kąta Clarke'a dla studentek z Nowego Targu.

TAB. 7. KĄT CLARKE'A .

Stopa	Średnia	Min	Max	S
Lewa	54,07	43,00	58,00	4,87
Prawa	53,86	44,00	62,00	5,55

### Poziom wysklepienia poprzecznego stóp - wskaźnik „W” (Wejsfloga)

W tabeli 8 zawarte zostały wyniki statystyki podstawowej wskaźnika „W” Wejsfloga dla studentek z Nowego Targu.

TAB. 8. WSKAŹNIK „W” WEJSFLOGA.

Stopa	Średnia	Min	Max	S
Lewa	2,53	2,39	2,66	0,08
Prawa	2,52	2,41	2,67	0,09

### Rozkład obciążenia stóp

W tabeli 9 zawarto wyniki statystyki podstawowej rozkładu obciążenia stóp dla studentek z Nowego Targu.

TAB. 9. ROZKŁAD OBCIĄŻENIA STÓP [%].

Stopa	Średnia	Min	Max	S
Lewa	51,93	41,00	58,00	5,36
Prawa	48,07	42,00	59,00	5,36

### Poziom obciążenia przodostopia i tyłostopia

W tabeli 10 zawarte zostały wyniki statystyki podstawowej obciążenia przodostopia dla studentek z Nowego Targu.

TAB. 10. OBCIĄŻENIE PRZODOSTOPIA [CM<sup>2</sup>].

Stopa	Średnia	Min	Max	S
Lewa	50,07	40,00	64,00	8,32
Prawa	52,57	41,00	70,00	8,67

W tabeli 11 zawarto wyniki statystyki podstawowej obciążenia tyłostopia dla studentek z Nowego Targu.

TAB. 11. OBCIĄŻENIE TYŁOSTOPIA [CM<sup>2</sup>].

Stopa	Średnia	Min	Max	S
Lewa	35,43	20,00	50,00	7,43
Prawa	35,29	26,00	39,00	3,77

## DYSKUSJA

Stopa ludzka jest obszarem ciała poddanym ciągłym badaniom, co zaowocowało powstaniem podologii, która zajmuje się profilaktyką, diagnozowaniem i leczeniem wad, dysfunkcji, a także schorzeń stóp i stawów skokowych. Każda dysfunkcja w obrębie stopy ma wpływ na zaburzenie łańcucha biokinematycznego całego ciała, dlatego poznanie związków zachodzących pomiędzy wskaźnikami opisującymi stopy a cechami somatycznymi ciała, a także między dysfunkcjami stóp a schorzeniami narządu ruchu i chorobami cywilizacyjnymi jest kluczowe z punktu widzenia profilaktyki.

Można zauważyć, że wzrost badanych studentek jest nieco wyższy od wzrostu kobiet z grupy porównawczej, jednak wartości te nie odbiegają znacząco od siebie. Masa ciała, a także wskaźnik BMI są również wyższe u badanych studentek niż u kobiet w podobnym wieku z grupy porównawczej. Długość stopy lewej wśród badanych jest większa o 1 mm od długości stopy prawej, inną tendencją odnotowano natomiast wśród wartości odzwierciedlających szerokość obu stóp, gdyż stopa lewa jest węższa od stopy prawej o 0,21 milimetra. Taka sama tendencja ma miejsce w obszarze powierzchni stycznej obu stóp z podłożem, gdyż powierzchnia strony podeszwowej stopy lewej jest mniejsza od strony podeszwowej stopy prawej o 2,22 cm<sup>2</sup>.

Analizując stan wysklepienia podłużnego kąta Clarke'a stwierdzono, że obie stopy są na granicy normy stopy prawidłowej i stopy wydrążonej, ponieważ stopę lewą charakteryzuje wartość 54,07°, tj. o 0,07° więcej niż wynosi norma dla stopy prawidłowej, a stopę prawą wartość 53,86°, tj. o 0,14° mniej od granicy dla stopy prawidłowej<sup>12</sup>.

Charakteryzując stan wysklepienia poprzecznego wskaźnikiem Wejsfloga należy zauważyć, że zarówno wartości wskaźnika stopy lewej - 2,53 jak i prawej - 2,52 znajdują się w granicach normy 2.44 - 3.0<sup>13</sup>.

<sup>12</sup> J. Galiński, A. Piejko, J. Zieliński, *Przegląd wybranych metod oceny stanu stóp człowieka*. Wychowanie Fizyczne i Zdrowotne; 1: 36-40, 1996.

<sup>13</sup> Kasperczyk T., Sobiecka J, *Badanie i ocena wysklepienia podłużnego stopy*. Lider Nr 4, 15-16, 1992.

Badania prowadzone wśród grupy 280 studentów przez Puszczałowską - Lizis i wsp.<sup>14</sup> dowiodły, że płaskostopie podłużne nie występuje powszechnie w grupie młodzieży akademickiej, a stopy prawidłowe stanowią największy odsetek. Płaskostopie poprzeczne również występuje rzadko, w zależności od stopy u kobiet oscyluje w granicach 12-19% i 13 – 19% stóp poprzecznie płaskich. U mężczyzn odsetek stóp wydrążonych kształtował się także na podobnym poziomie jak w grupie porównawczej Puszczałowska-Lizis<sup>15</sup>. Do podobnych wniosków w swoich badaniach doszli Mosór i wsp.<sup>16</sup>, ich celem była ocena wysklepienia stóp przy pomocy wskaźnika kąta Clarke'a oraz wskaźnika Wejsfloga z uwzględnieniem przebytych urazów, a także noszonego obuwia. Wyniki ich badań dowodzą również przewagi występowania stóp prawidłowych. Lizis<sup>17</sup> w przeprowadzonych badaniach wśród 300 studentów stwierdził, że płaskostopie podłużne występuje tylko u 7% mężczyzn oraz 7% kobiet. Stopy wydrążone stanowiły natomiast znaczny odsetek i występowały u 44% mężczyzn i 46% kobiet. Stopę prawidłowo wysklepioną posiadało 49% mężczyzn i 47% kobiet.

Rozkład sił nacisku obu stóp na podłoże nie jest w idealnej równowadze, gdyż przeważa obciążenie stopy lewej w stosunku do prawej, odpowiednio 51,93% i 48,07%, co może mieć wpływ na zaburzenie równowagi i rzutować na asymetrię w obrębie postawy ciała. Powierzchnia obciążenia przodostopia jest natomiast mniejsza w stopie lewej niż w prawej i wynosi odpowiednio dla przodostopia stopy lewej 50,07 cm<sup>2</sup> i prawej 52,57cm<sup>2</sup>. Nieco inaczej kształtuje się rozkład obciążenia tyłostopia stopy lewej i prawej, gdyż wyższe wartości odnotowano w stopie lewej 35,43 cm<sup>2</sup> niż w stopie prawej 35,29 cm<sup>2</sup>.

Opinie na temat częstości występowania płaskostopia podłużnego u dzieci, młodzieży i dorosłych są weryfikowane za pomocą coraz doskonalszych

<sup>14</sup> Puszczałowska-Lizis E., Kwolek A., *Częstość występowania płaskostopia podłużnego u młodzieży akademickiej w świetle różnych technik opracowania plantogramu*. Przegląd Medyczny Uniwersytetu Rzeszowskiego i Narodowego Instytutu Leków w Warszawie; 3: 305-3014, 2011b.

<sup>15</sup> Puszczałowska-Lizis E., *Częstość występowania płaskostopia poprzecznego u młodzieży akademickiej w świetle dwóch technik opracowania plantogramu*. Kwartalnik Ortopedyczny; 3: 267-272, 2011c

<sup>16</sup> Mosór K., Kromka-Szydek M., *Wpływ wybranych czynników na parametry stopy w oparciu o badanie podoskopowe*. Aktualne Problemy Biomechaniki; 6: 99-104, 2012

<sup>17</sup> P. Lizis, *Sklepienie stóp oraz ich związki wybranymi cechami morfologicznymi i funkcjonalnymi studentów*. Monografie nr 9. AWF Kraków 2012.

narzędzi, a wnioski płynące z badań wielu autorów wskazują na zdecydowanie inną tendencję w obrębie stóp<sup>18</sup>, co potwierdzają wyniki badań wśród studentek kierunku Fizjoterapii PPWSZ w Nowym Targu. Rozbieżności występujące w zakresie badania stanu wysklepienia i wydolności stóp wynikają z braku obiektywnych norm dla stóp prawidłowych. Zdecydowanie rzadziej rozpatrywanym problemem w obszarze wad stóp jest wysklepienie poprzeczne, co może wynikać z mniejszego znaczenia łuków poprzecznych dla poszczególnych funkcji stopy. Mniejsze są również niezgodności co do stanu fizjologicznego i patologicznego, gdyż ocena stanu wysklepienia poprzecznego za pomocą wskaźnika Wejsfloga lokuje najczęściej wyniki badań pomiędzy 2,44, a 3,00, co jest wyznaczonym przedziałem normy.

Dane dotyczące rozkładu sił nacisku i powierzchni obciążenia przodostopia i tyłostopia uzyskiwane w postępowaniu badawczym za pomocą maty tensometrycznej są wynikami, które na dzień dzisiejszy nie mają odniesień normatywnych, a więc należy je interpretować dość hipotetycznie.

Przedstawione wyniki badań oraz próba ich interpretacji stanowią materiał przydatny w diagnostyce stóp oraz przyczynek do dalszych badań naukowych ukierunkowanych przede wszystkim w obszarze rozkładu obciążenia i powierzchni stycznych stron podeszwy w obrębie przodostopia i tyłostopia i wpływu na równowagę oraz symetrię w obrębie postawy ciała.

Powyższe badania wpisują się w szeroko interpretowaną kulturę bezpieczeństwa, wraz z jej trzema filarami: indywidualnym, społecznym i materialnym, nawiązującymi do naukowych idei takich postaci, jak Alfred Louis Kroeber, czy Marian Cieślarczyk. Kultura bezpieczeństwa to ogół materialnych i pozamaterialnych elementów utrwalonego dorobku człowieka, służących kultywowaniu, odzyskiwaniu (gdy utracono) i podnoszeniu poziomu bezpieczeństwa określonych podmiotów. Można rozpatrywać ją w wymiarze indywidualnym – mentalno-duchowym, wymiarze społecznym oraz wymiarze fizycznym (materialnym)<sup>19</sup>.

<sup>18</sup> P. Lizis, *Kształtowanie się wysklepienia łuku podłużnego stopy i problemy korekcji płaskostopia u dzieci i młodzieży w wieku rozwojowym*. Podręczniki i Skrypty nr 10, 47-68. AWF, Kraków 2000. Bac A. *Budowa morfologiczna „stóp dzieci i młodzieży krakowskiej z uwzględnieniem wybranych czynników wpływających na ich kształt*. Monografie Nr 17. Kraków 2013.

<sup>19</sup> J. Piwowarski, *Trzy filary kultury bezpieczeństwa*. Kultura Bezpieczeństwa Nauka – Praktyka – Refleksje. Nr 19, 21–33, 2015.

## WNIOSKI

Analizując wyniki uzyskane w badaniach i w odpowiedzi na postawione pytania badawcze można sformułować następujące wnioski:

1. Wysokość, masa ciała oraz wskaźnik BMI w badanej grupie są na nieco wyższym poziomie od populacji zbadanej przez Chrzanowska i wsp.<sup>20</sup>.
2. Stopa lewa jest dłuższa od prawej, ale również nieznacznie węższa.
3. Powierzchnie stron podeszwowych obu stóp osiągają zbliżone wartości, powierzchnia strony podeszwy stopy lewej jest mniejsza od strony podeszwy stopy prawej o 2,22 cm<sup>2</sup>.
4. Poziom wysklepienia podłużnego i poprzecznego stopy prawej i lewej z uwzględnieniem wieku i płci badanych mieści się w granicach norm ustalonych w literaturze przedmiotu.
5. Obciążenie obu stóp nie jest jednakowe, gdyż wynosi 51,93% do 48,07%, stopy lewej w stosunku do prawej.
6. Powierzchnia obciążenia przodostopia jest mniejsza dla stopy lewej 50,07 cm<sup>2</sup> w stosunku do prawej 52,57cm<sup>2</sup>, natomiast rozkład obciążenia tyłostopia stopy lewej i prawej kształtuje się na podobnym poziomie 35,43 cm<sup>2</sup> w stopie lewej i 35,29 cm<sup>2</sup> w stopie prawej.

## BIBLIOGRAFIA

1. Umbraško S., Vētra J., Dulevska I., Boka S., Gavricenkova L., Zagare R., *Specificities of foot growth among schoolchildren of Riga and Latvian regions*. Papers Anthrop, 16:283-292, 2007.
2. Mauch M., Grau S., Krauss I., Maiwald C., Horstmann T. *Foot morphology of normal, underweight and overweight children*. Int J Obes, 32: 1068-1075, 2008.
3. Kernozek TW., Ricard MD. *Foot placement angle and arch type: effect on rearfoot motion*. Arch Phys Med Rehabil, 71(12): 988-991, 1990.
4. Scott G., Menz HB., Newcombe L. *Age-related differences in foot structure and function*. Gait Posture, 26(1): 68-75, 2007.
5. Shih YF., Chen WY., Lin HC. *Lower extremity kinematics in children with and without flexible flatfoot: a comparative study*. BMC Musculoskeletal Disorders, 13(31): 175-184, 2012.

---

<sup>20</sup> Chrzanowska M., Gołąb S., Żarów R., Sobiecki J., Brudecki J., *Dziecko Krakowskie 2000*. Studia i Monografie Nr 19. AWF Kraków 2002.



6. Drożdż D., Kwinta J., Pietrzyk JA., Korohoda P., Drożdż M., Sancewicz-Pach K. 2007. *Wskaźnik masy ciała (BMI) czy analiza bioimpedancji elektrycznej (BIA) – która metoda pozwala lepiej ocenić zawartość tkanki tłuszczowej u dzieci?* Przegl Lek, 64(suppl 4): 68-71.
7. Malecka-Tendra E., Mazur A. *Childhood obesity: a pandemic of the twenty-first century.* Int J Obes, 30: 1-3, 2006.
8. Young JB. *Diabetes, obesity and heart failure: the new pandemic.* MDCVJ, 6(2): 20-26, 2010.
9. Krul M., van der Wounden JC., Schellevis FG, van Suijelekom-Smit LWA, Koes BW. *Musculoskeletal problems in overweight and obese children.* Ann Fam Med, 7(4):352-356, 2009.
10. Scherer P. *The obesity epidemic in children is causing flatfeet.* Podiatry Management, 159-165, 2009.
11. Vergare EA., Sanchez RFS., Posada JRC., Molano AC., Guevara OA. *Prevalence of flatfoot in school between 3 and 10 years. Study of two different populations geographically and socially.* Colombia Med, 43(2): 142-147, 2012.
12. Kasperczyk T., *Wady postawy ciała.* Kasper. Kraków 2002.
13. Chrzanowska M., Gołąb S., Żarów R., Sobiecki J., Brudecki J., *Dziecko Krakowskie 2000.* Studia i Monografie Nr 19. AWF Kraków 2002.
14. Demczuk-Włodarczyk E., *Budowa stopy w okresie rozwoju progresywnego człowieka.* Studia i Monografie Nr 66, AWF. Wrocław 2003.
15. Puszczalowska-Lizis E., *Związki wysklepienia podłużnego z architekturą poprzeczną i przednią strefą podparcia stopy u młodzieży akademickiej.* Fizjoterapia; 19(3): 3-8, 2011a.
16. <http://www.cq.com.pl>
17. Galiński J., Piejko A., Zieliński J. *Przegląd wybranych metod oceny stanu stóp człowieka.* Wychowanie Fizyczne i Zdrowotne; 1: 36-40, 1996.
18. Kasperczyk T., Sobiecka J., *Badanie i ocena wysklepienia podłużnego stopy.* Lider Nr 4, 15-16, 1992.
19. Puszczalowska-Lizis E., Kwolek A., *Częstość występowania płaskostopia podłużnego u młodzieży akademickiej w świetle różnych technik opracowania plantogramu.* Przegląd Medyczny Uniwersytetu Rzeszowskiego i Narodowego Instytutu Leków w Warszawie; 3: 305-3014, 2011b.
20. Puszczalowska-Lizis E., *Częstość występowania płaskostopia poprzecznego u młodzieży akademickiej w świetle dwóch technik opracowania plantogramu.* Kwartalnik Ortopedyczny; 3: 267-272, 2011c.

21. Mosór K., Kromka-Szydek M., *Wpływ wybranych czynników na parametry stopy w oparciu o badanie podoskopowe*. Aktualne Problemy Biomechaniki; 6: 99-104, 2012.
22. Lizis P., *Sklepienie stóp oraz ich związki wybranymi cechami morfologicznymi i funkcjonalnymi studentów*. Monografie nr 9. AWF Kraków 2012.
23. Lizis P., *Kształtowanie się wysklepienia łuku podłużnego stopy i problemy korekcji płaskostopia u dzieci i młodzieży w wieku rozwojowym*. Podręczniki i Skrypty nr 10, 47-68. AWF, Kraków 2000.
24. Bac A., *Budowa morfologiczna stóp dzieci i młodzieży krakowskiej z uwzględnieniem wybranych czynników wpływających na ich kształt*. Monografie Nr 17. Kraków 2013.
25. Piwowarski J., *Trzy filary kultury bezpieczeństwa*. Kultura Bezpieczeństwa Nauka – Praktyka – Refleksje. Nr 19, 21–33, 2015.

**Dawid Mucha**, Student AWF Kraków, Wydział Wychowania Fizycznego i Sportu

**Tadeusz Ambroży**, dr hab. prof. AWF Kraków, Trener boksu, Instytut Sportu, Wydział Wychowania Fizycznego i Sportu, Akademia Wychowania Fizycznego w Krakowie

**Dariusz Mucha**, dr hab. prof. AWF Kraków, Trener boksu, Instytut Sportu, Wydział Wychowania Fizycznego i Sportu, Akademia Wychowania Fizycznego w Krakowie

**Piotr Koteja**, mgr, studia doktoranckie, Akademia Wychowania Fizycznego w Krakowie