

## Zmiana wybranych parametrów antropometrycznych stóp ze względu na wiek oraz płeć dzieci w przedziale wiekowym 3 – 15 lat

Changes in some anthropometric characteristics of children foots aged 3 – 15

Wioleta Serweta<sup>1\*</sup>, Justyna Wójcik<sup>1</sup>

<sup>1\*</sup>Sieć Badawcza Łukasiewicz - Instytut Przemysłu Skórzanego

---

### **Streszczenie**

W niniejszej pracy autorzy skoncentrowali się na przeprowadzeniu statystycznej analizy zależności wybranych charakterystyk antropometrycznych stóp, z uwzględnieniem ich zmienności ze względu na wiek oraz płeć. Akwizycja danych do obróbki statystycznej polegała na wykonaniu pomiarów długościowych, wysokościowych, szerokościowych oraz objętościowych stóp metodą bezpośrednią tj. na uczestniku. Zbadano siłę zależności między wartościami poszczególnych wskaźników a wiekiem i płcią uczestników. Przeprowadzone badania wykazały, że wiek jest cechą silnie różnicującą. W przypadku niektórych cech zaznacza się również zjawisko dymorfizmu płciowego.

### **Abstrakt**

In this paper authors concerned on the statistical analysis of dependences selected anthropometric characteristics of children foot, having regard to the sex and age differences. Anthropometric data were collected on the basis of measures performed on the subjects. The obtained indexes were put into the statistical tool and the significances between age and sex of subjects were investigated. The results show that age is very strong factor, which decide about the differences. In some cases, the dimorphism phenomenon is emphasized.

*Słowa kluczowe:* pomiary antropometryczne, dymorfizm, kąt Clarke'a, wskaźnik Sztritera – Godunowa.

*Keywords:* anthropometric measurements, dimorphism phenomenon, Clarke angle, Sztriter – Godunow index.

---

## **1. Wstęp**

Stopa stanowi jeden z podstawowych elementów narządu ruchu, spełniając funkcję lokomotoryczną i podporową organizmu [1 - 3]. Jak dowiodło wielu autorów, prawidłowa budowa stopy świadczy o jej dobrej wydolności, zarówno

---

\*autor korespondencyjny: dr Wioleta Serweta – w.serweta@wp.pl

przy wykonywaniu funkcji statycznych, jak i dynamicznych. Stwierdzono, że obniżenie wydolności stopy wiąże się zwykle z obniżeniem jej łuku podłużnego i powoduje równowagi fizjologicznej pomiędzy obciążeniem stopy a jej wydolnością. W zapobieganiu powstawania schorzeń i deformacji ważną rolę odgrywa wczesne rozpoznanie pierwszych ich objawów. Dotyczy to zwłaszcza stóp dziecięcych, które są szczególnie podatne na deformacje. Stopa małego dziecka narażona jest często na przeciążenia (głównie statyczne). Wynika to przede wszystkim z braku dostatecznie wykształconych łuków kostnych, z dużej aktywności ruchowej, niezbędnej do prawidłowego rozwoju organizmu, z niepełnego rozwoju czynnych elementów ruchu (zwłaszcza mięśni) oraz często spotykanej nadwagi.

Szybki rozwój stopy dziecka uwidacznia się m.in. w znacznym powiększeniu jej wymiarów, co przy dużej trwałości użytkowej obuwia jest częstą przyczyną noszenia niedopasowanego wymiarowo obuwia. Obuwie takie, zamiast wspomagać naturalny rozwój stopy, hamuje go, upośledza funkcje i doprowadza do zniekształceń. W krajach dbających o zdrowie społeczeństwa wiele uwagi poświęca się zdrowotności stóp dziecięcych.

Naprzeciw oczekiwaniom użytkowników wyszedł, począwszy od lat 60 – tych minionego wieku, Instytut Przemysłu Skórzanego – obecnie część Sieci Badawczej Łukasiewicz, działając z jednej strony w kierunku doskonalenia konstrukcji i technologii produkcji obuwia dziecięcego, z drugiej zaś w kierunku rozpoznania stanu zdrowotnego stóp dzieci w Polsce. Głównym celem prezentowanych badań było przeprowadzenie systematycznego monitoringu rozwoju stopy dziecka, pozwalającego na wczesne wykrycie odchyłeń od istniejących norm. W niniejszej pracy skoncentrowano się na zaprezentowaniu zjawiska dymorfizmu płciowego wśród tych cech, które ważne są z punktu widzenia rozwoju płaskostopia.

Schorzenie to wiąże się z zaburzeniem funkcji stopy, związanych z obniżeniem sklepienia stopy oraz spłaszczeniem łuku dynamicznego stopy [4]. Autorzy pracy

[5] koncentrują się na ocenie wysklepienia podłużnego i poprzecznego stóp, za pomocą analizy statystycznej wartości kąta Clarke'a oraz wskaźnika Wejsfloga. Zaobserwowano, że stopa nadmiernie wysklepiona przechodzi w typ stopy płaskiej pod wpływem obciążenia. Przyczyną takiego stanu jest niewydolność mięśniowa lub więzadłowa, bez wystąpienia trwałych zmian zniekształcenia. Z kolei w pracy [6] autorzy rozszerzyli zakres pomiarów antropometrycznych z uwzględnieniem cech długościowych (długości stopy, odległości od pięty do przegubu stopy, odległości od pięty do kostki zewnętrznej), obwodów (przodostopia przez podbicie, przodostopia przez piętę, w miejscu kostki wewnętrznej, minimalnego łydki), cech szerokościowych przodostopia, cech wysokościowych (stawu palucha, V palca, podbicia, przegubu, kostki wewnętrznej, kostki zewnętrznej, pięty).

W odniesieniu do prowadzonych badań, uwypuklających dymorfizm płciowy, autorzy [7] wykazali, że w przypadku dziewczynek w wieku 8 lat wysklepienie stopy jest lepsze, niż w przypadku chłopców w tym samym wieku. Dodatkowo wykazano, istnienie istotnych statystycznie związków między kątem Clarke'a a wysokością ciała, obserwowanych u chłopców oraz ich brak u dziewcząt. Z kolei w pracy [8] wykazano, że wartości kąta Clarke'a u dziewcząt w wieku 7 – 10 lat były wyższe, niż u chłopców w tym samym wieku. W niniejszej pracy skoncentrowano się na opisie zjawiska dymorfizmu płciowego na przykładzie wybranych cech oraz wskaźników budowy anatomicznej stóp dzieci w wieku 3 -15 lat.

## **2. Materiały i metodyka**

Badania przeprowadzono w Łodzi w uprzednio wylosowanych żłobkach, przedszkolach i szkołach, na grupie dzieci w wieku przedszkolnym i szkolnym, tj. 3 – 15 lat. Próba populacyjna liczyła łącznie 6195 osób – w tym 3104 chłopców i 3091 dziewcząt. Dopuszczalność metodologiczna zawężenia obszaru badawczego do miasta Łodzi była podyktowana wcześniejszymi badaniami

prowadzonymi przez Instytut Przemysłu Skórzanego i stwierdzoną statystyczną nieistotnością różnic międzyregionalnych w wysklepieniu stóp ludności Polski. Zbadano następujące cechy stopy i ciała: długość stopy, wysokość podbicia (wysokość stopy w podbiciu), wysokość łuku podłużnego stopy, kąt Clarke'a. Wszystkich pomiarów dokonano na kończynach prawych. Zmierzone cechy wykorzystane zostały do określenia następujących wskaźników:

- wysokościowo – długościowego stopy,
- wysokości łuku podłużnego stopy,
- wysklepienia stopy według Godunowa – Sztritera (Ky).

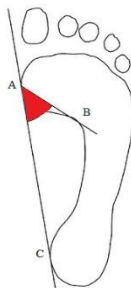
Terminy związane z cechami stopy i ciała zostały objaśnione w dalszej części tekstu, bazując na podstawach antropometrii [9], [10].

Przez długość stopy [pte - ap] należy rozumieć odległość od tylnego punktu pięty (*pternion* - pte), leżącego na guzie piętowym kości piętowej najdalej ku tyłowi, do najbardziej przedniego punktu stopy (*akropodion* - ap), leżącego na opuszcze najdłuższego palca (I lub II) ku przodowi.

Wysokość stopy w podbiciu (przyśrodkowa wysokość stopy [B - mlt]) jest to odległość od podstawy stopy (B) do najbardziej środkowego punktu na kostce przyśrodkowej (*malleolus medialis tibiae* - mlt).

Wysokość łuku podłużnego przyśrodkowego (dynamicznego) określona jest jako długość linii przebiegającej od guza kości piętowej poprzez kość łódkowatą, aż do głowy pierwszej kości śródstopia.

Kąt Clarke'a wyznaczają dwie proste: styczna do wewnętrznej krawędzi śladu stopy oraz prosta przechodząca przez przyśrodkowy punkt śródstopia i punkt wyznaczony przez największe wgłębienie śladu stopy, w kierunku przodostopia (Rys. 1). Kąt ten określa wielkość wysklepienia podłużnego łuku stopy. Jego wartość dla stopy prawidłowej dorosłego człowieka wynosi od 42 do 54°, dla stopy płaskiej do 30°, dla stopy ze sklepieniem obniżonym od 31 do 41°, a dla stopy ze sklepieniem podwyższonym 55° [11].



Rys. 1. Kąt Clarke'a (kąt BAC) i sposób jego wykreślenia według [12].

Wskaźnik szerokościowo – długościowy oblicza się dzieląc szerokość stopy (różnicę odległości między punktami *metatarsale tibiale* (mtt) – położonym najbardziej bocznie na głowie pierwszej kości śródstopia oraz *metatarsale fibulare* (mtf) położonym najbardziej bocznie na piątej kości śródstopia przez jej długość (*akropodion – pternion*). Wynik ten jest wyrażany w procentach.

Wskaźnik wysokościowo – długościowy jest równy ilorazowi wysokości stopy mierzonej w 51% jej długości do długości stopy. Wynik ten jest wyrażany w procentach.

Wskaźnik wysokości łuku podłużnego stopy wyznacza stosunek wysokości łuku podłużnego do długości stopy. Wynik ten jest wyrażany w procentach.

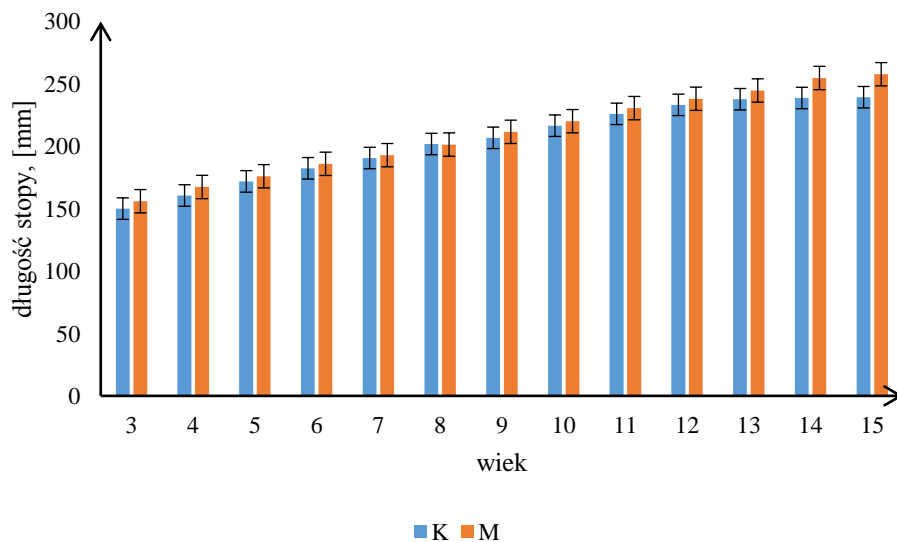
Wskaźnik Sztritera – Godunowa (Ky) określa stosunek długości odcinka, przebiegającego przez najwyższy punkt wysklepienia łuku podłużnego, do długości odcinka wykreślonego przez linię, między najbardziej wysuniętym punktem przodostopia i tyłostopia po stronie przyśrodkowej.

Analizę danych doświadczalnych w kierunku poszukiwania dymorfizmu płciowego oparto na jednoczynnikowej analizie wariancji ANOVA. Na poziomie ufności  $\alpha$  równym 0.05 zweryfikowano hipotezę  $H_0$  orzekającą o braku zróżnicowania cech i wskaźników ze względu na płeć przeciwko hipotezie alternatywnej  $H_1$ , orzekającej o istnieniu takiego zróżnicowania.

### 3. Rezultaty i ich omówienie

#### 3.1. Długość stopy

Długość stopy badanej populacji kształtowała się między 239,2 – 150,0 mm u dziewcząt oraz między 257,6 – 155,9 mm u chłopców, osiągając najmniejsze i największe wartości odpowiednio dla 3 i 15 roku życia (Rys. 2). Zmiana długości stopy wraz z wiekiem ma charakter liniowy opisany zależnościami  $y = 7,84x + 149,3$  oraz  $R^2=0,97$  dla dziewcząt (K) oraz  $y = 8,64x + 150$  i  $R^2=0,99$  dla chłopców (M). Oznacza to, że tempo wzrostu określone przez wartości tangensów kątów nachyleń linii trendu do osi wzrastającego wieku, jest zbliżone bez względu na płeć.



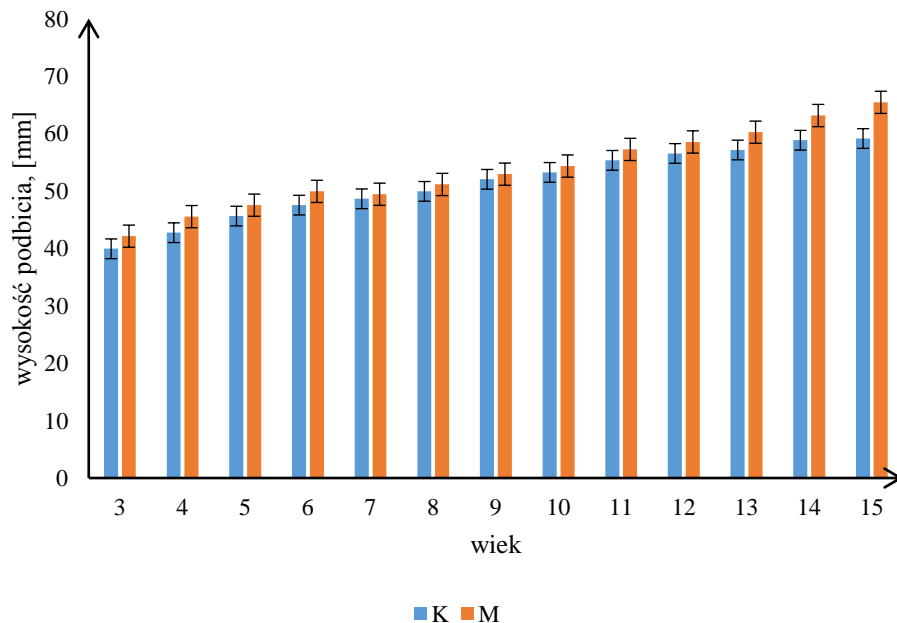
**Rys. 2.** Długość stopy w przedziale wiekowym 3 – 15 lat dla chłopców (M) i dziewcząt (K).

Zjawisko dymorfizmu płciowego zostało zdiagnozowane w grupie wiekowej 12 – 15 lat. Wartość statystyki obliczonej ( $F=5,99$ ) przewyższyła wartość statystyki testowej  $F_{test}$  (5,98). Na podstawie przeprowadzonego testu post – hoc według procedury Tukey’a uzyskana wartość prawdopodobieństwa testowego osiągnęła poziom  $p=0,0499$ , co jest wartością niższą, niż założony poziom ufności  $\alpha$ . Dymorfizm płciowy, w odniesieniu do cechy długości stopy ulega uwypukleniu

w grupie wiekowej 13 – 15 lat. Fakt ten jest potwierdzony większą różnicą między wartościami statystyki obliczonej ( $F=12,2$ ) oraz testowej ( $F_{\text{test}}=7,7$ ), a także mniejszą wartością prawdopodobieństwa uzyskanego po zastosowaniu procedury porównań wielokrotnych ( $p=0,03$ ).

### 3.2. Wysokość podbicia

W odniesieniu do wysokości podbicia uzyskane wartości kształtowały się między 39,9 a 59,1 mm dla dziewcząt (K) oraz 42,1 – 65,4 mm dla chłopców (M).



**Rys. 3.** Wysokość podbicia w przedziale wiekowym 3 – 15 lat dla chłopców (M) i dziewcząt (K).

Wysokość podbicia utrzymuje liniową tendencję wzrostową wraz z wiekiem, jednakże w procesie jej kształtowania można wyodrębnić wyraźne zmiany tempa wzrostu. Między wiekiem 3 a 6 lat obserwuje się intensywny wzrost wysokości podbicia. Tangensy kątów nachylenia prostych aproksymujących wynoszą odpowiednio 2,57 dla chłopców i 2,54 dla dziewcząt, przy zachowaniu wysoce liniowego charakteru wzrostu ( $R^2$  równe dla obu przypadków 0,99). W przedziale

wiekowym 7 – 11 lat następuje nieznaczne spowolnienie tempa wzrostu obserwowane, jako zmniejszenie tangensów kątów nachylenia – odpowiednio 1,67 i 1,88 dla dziewcząt i chłopców, przy zachowaniu niemalże stuprocentowej liniowości ( $R^2$  na poziomie 0,99). W wieku 12 i 13 lat następuje nieznaczny wzrost tempa zmian wysokości podbicia – dla obu grup opisany jest on współczynnikiem nachylenia linii trendu równym 2 i współczynnikiem determinacji  $R^2$  równym 1. Maksimum tempa wzrostu osiągnęte jest między wiekiem 14 i 15. W tym przypadku nachylenie linii aproksymującej osiąga wartości 4,3 dla dziewcząt i 6,3 dla chłopców przy maksymalnej dopuszczalnej liniowości  $R^2$  równej jedności. Według Wolańskiego [3] tempo wzrastania jest w pierwszej kolejności zależne od czynników żywieniowych, zaś w drugiej kolejności od czynników genetycznych, determinujących proces zarastania nasad kości długich. W odniesieniu do zagadnienia dymorfizmu płciowego – w przypadku wysokości podbicia zaobserwowany on został w grupie wiekowej 13 - 15. W tym przypadku wartość statystyki obliczonej (F), osiągnęła wartość 7,87 i była większa niż wartość statystyki testowej ( $F_{\text{test}}$ ) równej 7,71. Ma to ścisły związek z intensywnym zwiększeniem szybkości wzrostu szkieletu w okresie młodzieńczym, utrzymującym się u chłopców do 16 – 18 roku życia, zaś u dziewcząt do 14 – 15 [13].

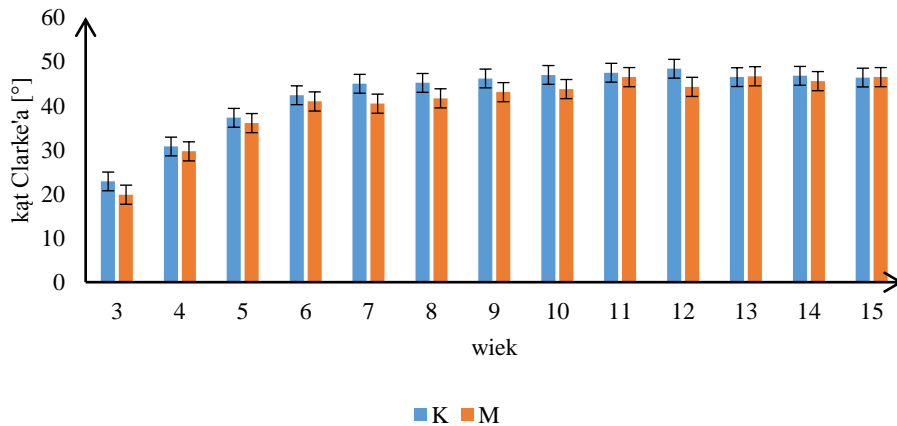
### **3.3. Kąt Clarke'a**

Uzyskane wartości kąta Clarke'a kształtują się pomiędzy 22,8 – 46,3 dla dziewcząt oraz 19,8 – 46,4 dla chłopców. Otrzymane zróżnicowanie i różne tempo zmian wartości kąta Clarke'a potwierdzają doniesienia innych autorów, że najważniejszym okresem w kształtowaniu się stopy jest wiek przedszkolny i wczesnoszkolny [14]. Dodatkowo, warto zwrócić uwagę, że począwszy od 11 roku życia, wartości kąta Clarke'a ulegają stabilizacji (Rys. 4), co odpowiada wnioskowi z przeprowadzonych badań Lizisa [15]. Stabilizacja wartości kąta



Clarke'a wokół wartości pomiędzy  $44,2^\circ$  a  $46,4^\circ$  najbardziej widoczna jest w populacji chłopców – współczynnik nachylenia krzywej kątów Clarke'a między wiekiem 11 a 15 lat ustalony został na poziomie bliskim zeru i równym 0,13. Świadczy to o wysokim spłaszczeniu linii przebiegającej wzdłuż osiągniętych wyników dla grupy wiekowej 11 – 15 i silnej jej stabilizacji pod względem tej cechy antropometrycznej. Najbardziej intensywny wzrost wartości tej cechy zaobserwowano w przedziale wiekowym 3 – 8 lat. W tym przypadku tangens kąta nachylenia osiągnął wartość 4,18 przy współczynniku determinacji  $R^2$  równym 0,83. Wśród wartości kąta Clarke'a nie zaobserwowano istotnych statystycznie różnic między wartościami osiąganymi przez chłopców i dziewczęta.

Nie ma podstaw do przyjęcia hipotezy o istnieniu zróżnicowania międzypłciowego ze względu na tę cechę.



Rys. 4. Wartości kąta Clarke'a w przedziale wiekowym 3 – 15 lat dla chłopców (M) i dziewcząt (K).

### 3.4. Wskaźnik Godunowa – Sztritera (KY)

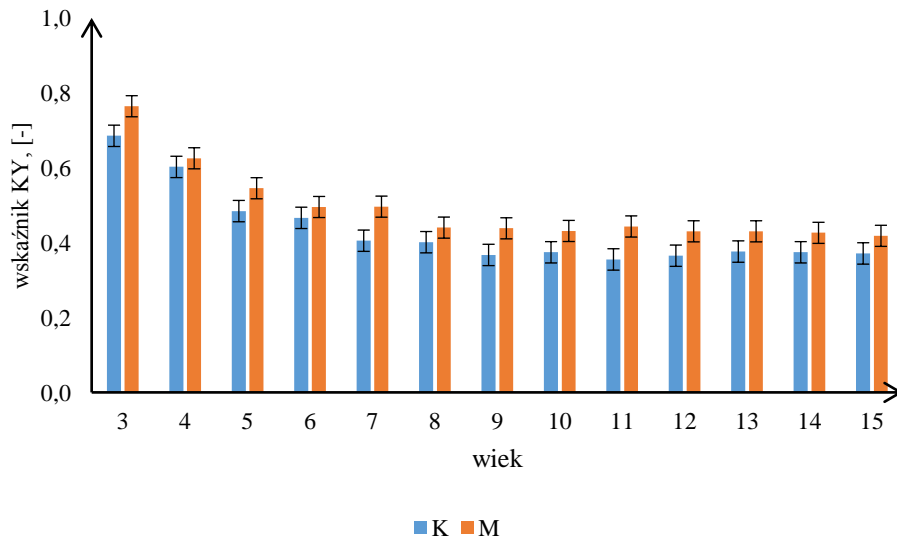
Wartości wskaźnika Godunowa – Sztritera (KY) wykazały tendencję zmniejszającą się w przedziale wiekowym 3 – 15 lat (Rys. 5). Jego maksymalne wartości (0,69 dla dziewcząt i 0,76 dla chłopców) zostały osiągnięte w trzecim

roku życia. W przedziale wiekowym 4 – 7 lat nastąpił wykładniczy spadek wartości wskaźnika, po czym począwszy od wieku 8 lat, nastąpiła jego stabilizacja. Zależności te, z podziałem na dwa stadia, można określić za pomocą funkcji aproksymujących. W przypadku grupy wiekowej 3 – 7 lat tempo spadku przybiera postać funkcji wykładniczej zarówno dla chłopców ( $y = 0,8018e^{-0,11x}$ ), jak i dla dziewcząt ( $y = 0,7682e^{-0,131x}$ ) przy jednoczesnym zachowaniu wysokiego współczynnika dopasowania  $R^2$  – odpowiednio: 0,89 i 0,97. Monotoniczność oraz własność iniekcji funkcji wykładniczej pozwalają stwierdzić, że otrzymane postaci mają zbliżony charakter w przypadku analizowanej grupy wiekowej 3 – 7 lat.

Przeprowadzony test porównań wielokrotnych nie wykrył istotnych statystycznie różnic, mogących świadczyć o istniejącym dymorfizmie płciowym. Wartość statystyki obliczonej  $F(0,63)$  jest niższa niż wartość statystyki testowej  $F_{\text{test}}(5,32)$ . Wobec powyższego, nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy o braku zróżnicowania w tym zakresie. Wartości wskaźnika Sztritera – Godunowa opisują zjawisko spłaszczenia sklepienia stopy. Zmniejszanie się wartości wskaźnika Sztritera – Godunowa oznacza podwyższanie się łuku podłużnego stopy. Z anatomicznego punktu widzenia, zjawisko takie jest prawidłowe i zgodne z kierunkiem procesów ontogenetycznych. W trakcie rozwoju osobniczego konstrukcja stopy ulega zmianom, związanym z rozwojem architektury aparatu więzadłowo – ścięgnistego, wyznaczanego przez proces kostnienia i kształtowanie się łuków – poprzecznego i podłużnego [16]. Dzięki temu, możliwa jest stabilizacja stopy poprzedzająca rozwój kontroli równowagi. W wieku około 3 lat, stopa dziecka nie posiada sklepień, co potwierdzone jest wyższymi wartościami wskaźnika KY. Dodatkowo, nieutralone są osie kończyn dolnych. U dzieci w wieku powyżej 4 lat następuje intensyfikacja mineralizacji kośćca, zaś kończyny ulegają wydłużeniu.

Walther i współautorzy [17] rekomendują obuwie z wyższą cholewką osłaniającą i stabilizującą staw skokowy. Dodatkowo, elementy podeszwowe

powinny zapewniać wysoki współczynnik tarcia kinetycznego, chroniący przed poślizgiem w czasie wzmożonej aktywności fizycznej [18], [19]. Około piątego roku życia wzmacnia się, w sposób istotny, aparat więzadłowo – ścięgnisty stopy, stowarzyszony z jej dużym wzrostem w kierunku wzdłużnym. Jednocześnie, proces kształtowania się łuków stopy ulega powolnemu, ale systematycznemu wyhamowaniu. Fakt ten jest odzwierciedlony w zmniejszaniu się wartości wskaźnika KY.

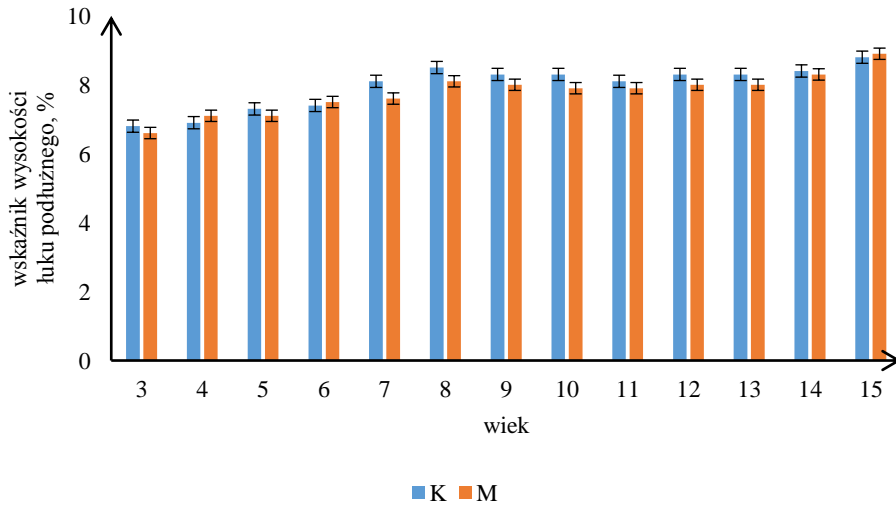


Rys. 5. Wartości wskaźnika KY w przedziale wiekowym 3 – 15 lat dla chłopców (M) i dziewcząt (K).

### 3.5. Wskaźnik wysokości łuku podłużnego stopy

Zmniejszanie wskaźnika KY jest procesem równoległym do zwiększania wysokości łuku podłużnego stopy. W odniesieniu do długości stopy, wartości procentowe wskaźnika kształtowały się pomiędzy 6,8 – 8,8% dla dziewcząt oraz 6,6 – 8,9% dla chłopców i zachowywały wysoce liniowy charakter. Krzywe aproksymujące opisane są równaniami:  $y = 0,1423 \cdot x + 6,9654$  (przy  $R^2=0,75$ ) dla dziewcząt oraz  $y = 0,139 \cdot x + 6,7962$  (przy  $R^2=0,83$ ) dla chłopców. Podobnie, jak w przypadku wskaźnika KY, nie zaobserwowano różnic istotnych

statystycznie między płciami, co daje podstawy do potwierdzenia hipotezy zerowej o niewystępowaniu różnic o charakterze dymorfizmu płciowego.



**Rys. 6.** Wartości wskaźnika wysokości łuku podłużnego stopy w przedziale wiekowym 3 – 15 lat dla chłopców (M) i dziewcząt (K).

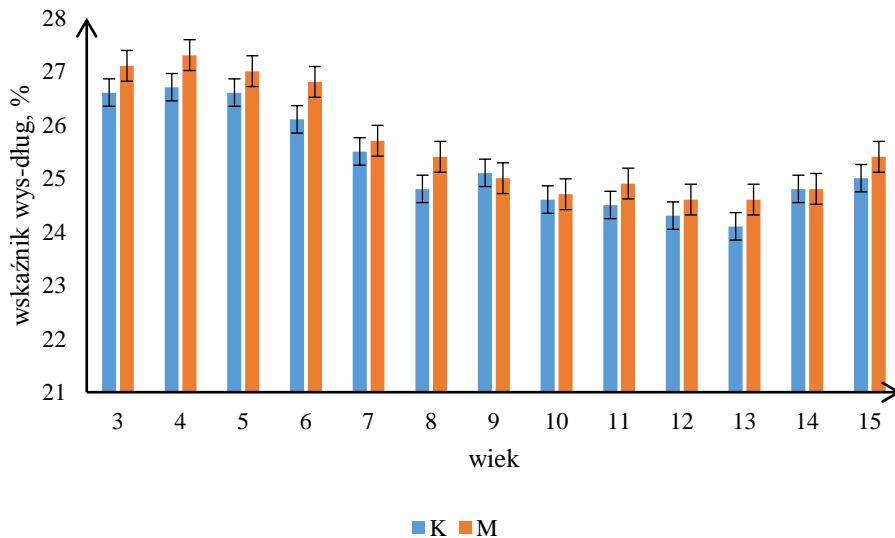
Dane przedstawione na Rys. 6 potwierdzają fakt, że rozwój stopy dziecka odbywa się skokowo. Szczególnie szybki wzrost stopy – zarówno na wysokość, jak i długość ma miejsce między 5 a 7 rokiem życia u chłopców (M) oraz między 7 – 8 u dziewcząt (K). Dwa kolejne, lecz już mniej intensywne, okresy szybkiego wzrostu stopy na wysokość mają miejsce między wiekiem 3 a 5 oraz 9 a 15 rokiem życia u chłopców oraz między 3 a 6 oraz 8 a 12 rokiem życia u dziewcząt. Zjawisko, w którym tempo wzrostu poszczególnych wymiarów stopy jest mniej lub bardziej intensywne wpływa na zmianę kształtu stopy. Przykładowo, w okresie od 3 do 8 roku życia, w prawidłowo rozwiniętej stopie stwierdza się podnoszenie sklepienia stopy (położenie grzbietu stopy względem jej podstawy staje się coraz wyższe), zaś w okresie od 8 do 13 roku życia wysklepienie ulega obniżeniu, a następnie wzrasta po przekroczeniu 13 roku życia. W okresach rozwojowych, w których sklepienie ulega podniesieniu, najwyższą wartość osiąga prawdopodobieństwo powstania płaskostopia.

Odpowiedni dobór obuwia może zapobiec deformacjom – szczególnie

związanym z następstwami ograniczonej możliwości odkształceń ku górze łuków stopy. Dodatkowo, w okresie od 8 do 13 roku życia, następuje intensywny wzrost kości, duży przyrost masy ciała przy jednocześnie małym przyroście masy i siły mięśni. W tym samym okresie następuje wysmuklenie stopy, polegające na zmianie długości przy ustaleniu odpowiedniej szerokości, co ma swoje odzwierciedlenie w zmianach wartości wskaźnika wysokościowo–długościowego stopy (Rys. 7).

### 3.6. Wskaźnik wysokościowo – długościowy stopy

W badanej grupie, wartości wskaźnika wysokościowo – długościowego można podzielić na dwie fazy: fazę wzrostu wskaźnika, utożsamianą z szybkim wzrostem stopy na długość i wolniejszym na szerokość. Pierwsza faza ma miejsce w okresie 3 – 13 lat, natomiast druga w przedziale 14 – 16 lat. Trend ten obserwowany jest w przypadku obu płci. Jednocześnie, wyraźny dymorfizm płciowy zaobserwowano między 3 a 6 rokiem życia. Oszacowane na podstawie analizy post – hoc prawdopodobieństwo występowania dymorfizmu wynosiło 0.02.



**Rys. 7.** Wartości wskaźnika wysokościowo - długościowego stopy w przedziale wiekowym 3 – 15 lat dla chłopców (M) i dziewcząt (K).

Ułożenie wartości wskaźnika wysokościowo – długościowego w przedziale wiekowym 3 – 15 lat pozwalają stwierdzić, że stopień zróżnicowania wymiarów stopy (szerokości i długości) zmniejsza się w miarę osiągnięcia wieku, w którym kończy się wzrost stopy. Dodatkowo, stwierdzono większe zróżnicowanie między maksymalną a minimalną wartością wskaźnika (odpowiednio 27,3 – 24,6) u chłopców niż u dziewcząt (odpowiednio 26,7 – 24,1).

#### **4. Podsumowanie**

Przeprowadzona analiza wartości pewnych cech i wskaźników antropometrycznych pozwala stwierdzić, że istnieje wyraźny dymorfizm płciowy w przedziale wiekowym 3 – 15 lat, dotyczący 12 – 15 życia dla długości stopy; 13 – 15 lat, dla wysokości podbicia; 5 – 15 lat, dla wskaźnika Godunowa – Sztritera oraz 3 – 6 lat dla wskaźnika długościowo – wysokościowego stopy. Dymorfizmu płciowego nie stwierdzono dla wysokości łuku podłużnego (w tym wskaźnika) oraz kąta Clarke'a.

Literatura przedmiotu podaje wiele hipotez, wskazujących na fenotypowe zróżnicowanie między płciami, jednak mechanizm działania tych czynników nie jest do końca poznany. Jako źródła zróżnicowania o charakterze dymorfizmu wskazuje się m.in. rolę odżywiania (duży dymorfizm występuje przy wysokim spożyciu białka), czy różnice poziomów wrażliwości obu płci na bodźce środowiskowe, a także wpływ gospodarki hormonalnej (zwłaszcza w okresie pokwitania) [3].

Przedstawione wyniki badań, pozwalają stwierdzić, że obuwie może mieć duży wpływ na kształtowanie się wskaźników i cech stopy. Szczególne znaczenie dla prawidłowego układania się stopy ma przednia część obuwia, zapiętek oraz rodzaj podeszwy. Zapiętek nie powinien zmieniać nadanego stopie ustawienia względem podeszwy w płaszczyźnie strzałkowej. Z kolei przednia część obuwia powinna zapewnić palcom stopy warunki prawidłowej pracy,

umożliwiać rozwój i wzmacnianie siły mięśni podszwowej powierzchni stopy, mających podstawowe znaczenie w czynnościowej i statycznej wydolności stopy.

Niniejsza praca opiera się na badaniach, opublikowanych w monografii wydawanych przez Instytut Przemysłu Skórzanego w latach 2012 – 2017 [20 – 24]. Poświęcamy ją pamięci Profesora Ryszarda Łuby.

## Literatura

- [1] Łuba R., Sobczyński J., Woźniak B., Wójcik J.: *Zmiany tempa rozrostu wybranych cech stopy u dzieci i młodzieży w Polsce*, V Konferencja Naukowo – Techniczna ORTHO – SHOES, Kraków 2009.
- [2] Bochenek A., Reicher M.: *Anatomia człowieka* tom I, Wydawnictwo PZWL, Warszawa 2007.
- [3] Wolański N.: *Rozwój biologiczny człowieka*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2006.
- [4] Wawrzyniak A., Tomaszewski M., Mews J., Jung A., Kalicki B.: *Wady postawy u dzieci i młodzieży, jako jeden z głównych problemów w rozwoju psychosomatycznym*, *Pediatrics i Medycyna Rodzinna*, **13** (1), 2017: 72 – 78.
- [5] Rykała J., Snela S., Drzał – Grabiec J., Podgórska J., Nowicka J., Kosiba W.: *Ocena wysklepienia podłużnego i poprzecznego stóp w warunkach odciążenia i obciążenia masą własną u dzieci w wieku 7 – 10 lat*, *Przegląd Medyczny Uniwersytetu Rzeszowskiego i Narodowego Instytutu Leków w Warszawie*, **2**, 2013: 183 – 193.
- [6] Pauk J., Derlatka M.: *Antropometria stopy płasko – koślawej*, *Modelowanie Inżynierskie*, **38**, 2009: 153 – 159.
- [7] Lizis – Puszczałowska E., Ridan T., Ogarek M.: *Charakterystyka parametrów wysklepienia podłużnego i poprzecznego stóp dziewcząt i chłopców w okresie wczesnoszkolnym*, *Young Sport Science of Ukraine*, **3**, 2011: 234 – 239.
- [8] Trzińska D., Olszewska E.: *Cechy plankturograficzne stóp dzieci i młodzieży w różnych okresach rozwojowych*, *Postępy Rehabilitacji*, **1**, 2006: 47 – 53.
- [9] Malinowski A., Bożilów W.: *Podstawy antropometrii. Metody, techniki, normy*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1997.
- [10] Malinowski A., Wolański N.: *Metody badań człowieka. Wybór metod antropologicznych*, PWN, Warszawa 1988.
- [11] Kasperczyk T.: *Wady postawy ciała*, Wydawnictwo Kasper, Kraków 1994.
- [12] Clarke H.: *Application of measurement to health and physical education*, Prentice – Hall Incorporation, N. Englewood Cliffs 1954.
- [13] Cholewa E., Kaszuba Z., Kozłowski B., Łuba R.: *Zasady prawidłowej konstrukcji kopyt i obuwia*, WNT, Warszawa 1976.
- [14] Waclawek P., Drzał – Grabiec J., Truszczyńska A.: *Rozwój stóp dzieci w wieku przedszkolnym*, *Postępy Rehabilitacji*, **1** (13), 2015: 13 – 20.
- [15] Lizis P.: *Kształtowanie się wysklepienia łuku podłużnego stopy i problemy korekcji płaskostopia u dzieci i młodzieży w wieku rozwojowym*, Wydawnictwo Akademii Wychowania Fizycznego w Krakowie, Kraków 2010.

- [16] Binek E., Olszewski J.: *Stopy z obniżonym wysklepieniem, jako współczesny problem interdyscyplinarny*, Kwartalnik Ortopedyczny, **1**, 2012: 1 – 6.
- [17] Walther M., Herold D., Sinderhauf A., Morrison R.: *Children sport shoes – areview of current literature*, Foot and Ankle Surgery, **14**, 2008: 180 – 189.
- [18] Hennig E. M., Staats A., Rosenbaum D.: *Pressure distribution patterns under the feet of children in comparison with adults*, Foot and Ankle Surgery, **11**, 1991: 306 – 311.
- [19] Preis S., Klemms A., Muller K.: *Gait analysis by measuring ground reaction forces in children: changes to an adaptative gait pattern between the ages of one and five years*, Development Medicine and Child Neurology, **39** (4), 1997: 228 – 233.
- [20] Łuba R., Olejniczak Z., Woźniak B.: *Stopy Polaków w świetle badań Instytutu Przemysłu Skórzanego w Łodzi (Metodyka i wyniki pomiarów antropometrycznych)*, Instytut Przemysłu Skórzanego, Łódź 2012.
- [21] Łuba R., Olejniczak Z., Woźniak B., Sobczyński J.: *Stopy Polaków w świetle badań Instytutu Przemysłu Skórzanego w Łodzi (Niektóre zagadnienia z zakresu morfofizjologii, rozwoju i ochrony kończyn dolnych)*, Instytut Przemysłu Skórzanego, Łódź 2014.
- [22] Łuba R., Olejniczak Z., Sobczyński J., Woźniak B.: *Stopy Polaków w świetle badań Instytutu Przemysłu Skórzanego w Łodzi (Struktura wymiarów stóp na tle podziału terytorialnego i środowiskowego kraju)*, Instytut Przemysłu Skórzanego, Łódź 2015.
- [23] Łuba R., Olejniczak Z., Serweta W., Sobczyński J., Woźniak B.: *Stopy Polaków w świetle badań Instytutu Przemysłu Skórzanego w Łodzi (Podstawy konstrukcji oraz wielkości kopyt i obuwia)*, Instytut Przemysłu Skórzanego, Łódź 2016.
- [24] Łuba R., Niedzielski K., Olejniczak Z., Serweta W., Sobczyński J., Woźniak B.: *Stopy Polaków w świetle badań Instytutu Przemysłu Skórzanego w Łodzi (Schorzenia i deformacje stóp, obuwie fizjologiczne oraz korekcyjno – lecznicze)*, Instytut Przemysłu Skórzanego, Łódź 2017.