

Srokowska Anna, Foss Jakub, Lewandowski Andrzej, Siedlaczek Marcin, Srokowski Grzegorz, Radzimińska Agnieszka, Weber-Rajek Magdalena, Zukow Walery. Statyczna i dynamiczna ocena funkcjonalna wybranych parametrów stopy = Statistical and dynamical functional evaluation of the selected foot parameters. Journal of Education, Health and Sport. 2015;5(7):568-589. ISSN 2391-8306. DOI <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.44349>
<http://ojs.ukw.edu.pl/index.php/johs/article/view/2015%3B5%287%29%3A568-589>
<https://pbn.nauka.gov.pl/works/688281>
Formerly Journal of Health Sciences. ISSN 1429-9623 / 2300-665X. Archives 2011–2014
<http://journal.rsw.edu.pl/index.php/JHS/issue/archive>

Deklaracja.

Specyfika i zawartość merytoryczna czasopisma nie ulega zmianie.
Zgodnie z informacją MNIŚW z dnia 2 czerwca 2014 r., że w roku 2014 nie będzie przeprowadzana ocena czasopism naukowych; czasopismo o zmienionym tytule otrzymuje tyle samo punktów co na wykazie czasopism naukowych z dnia 31 grudnia 2014 r.

The journal has had 5 points in Ministry of Science and Higher Education of Poland parametric evaluation. Part B item 1089. (31.12.2014).

© The Author (s) 2015;

This article is published with open access at Licensee Open Journal Systems of Kazimierz Wielki University in Bydgoszcz, Poland and Radom University in Radom, Poland
Open Access. This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Noncommercial License which permits any noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author(s) and source are credited. This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited.

This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited.

The authors declare that there is no conflict of interests regarding the publication of this paper.

Received: 20.06.2015. Revised 15.07.2015. Accepted: 25.07.2015.

Statyczna i dynamiczna ocena funkcjonalna wybranych parametrów stopy Statistical and dynamical functional evaluation of the selected foot parameters

¹Anna Srokowska, ¹Jakub Foss, ¹Andrzej Lewandowski, ²Marcin Siedlaczek,
²Grzegorz Srokowski, ²Agnieszka Radzimińska,
²Magdalena Weber-Rajek, ³Walery Zukow

¹ Katedra i Zakład Podstaw Kultury Fizycznej UMK w Toruniu Collegium Medicum im. L. Rydygiera w Bydgoszczy

² Katedra Fizjoterapii, Zakład Kinezyterapii i Masażu Leczniczego UMK w Toruniu Collegium Medicum im. L. Rydygiera w Bydgoszczy

³ Wydział Kultury Fizycznej, Zdrowia i Turystyki, Uniwersytet Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy

Adres do korespondencji:

1. mgr Anna Srokowska, Katedra i Zakład Podstaw Kultury Fizycznej UMK w Toruniu Collegium Medicum im. L. Rydygiera w Bydgoszczy, ul. Świętojańska 20, 85-077 Bydgoszcz, tel. 600341155, e-mail a.srokowska@cm.umk.pl

2. dr Grzegorz Srokowski, Katedra Fizjoterapii, Zakład Kinezyterapii i Masażu Leczniczego UMK w Toruniu Collegium Medicum im. L. Rydygiera w Bydgoszczy, ul. Techników 3, 85-801 Bydgoszcz, tel. 608591155, e-mail g.srokowski@gmail.com

Słowa kluczowe: stopa, diagnoza, badanie statyczne, badanie dynamiczne.

Streszczenie

Praca dotyczyła porównania metod badania statycznego i dynamicznego dla oceny funkcjonalnej stopy.

Badanie przeprowadzone zostało w grupie 22 przedszkolaków z jednego z bydgoskich przedszkoli. Grupę stanowiło 11 dziewcząt i 11 chłopców w wieku 6-7 lat. Pomiary statyczne wykonane zostały na podstawie zdjęć z podoskopu, pomiary dynamiczne na obrazach pozyskanych z programu komputerowego z podłączoną platformą tensometryczną. Do badania w obu metodach wykorzystano te same parametry: długość stopy, szerokość stopy, kąt koślawienia palucha, kąt szpotawienia palca V, kąt piętowy, kąt Clarke'a, wskaźnik Ky oraz wskaźnik Wejsfloga. Pomiary wykonywane były przy pomocy programów komputerowych.

Wyniki uzyskane w toku badań statycznych i dynamicznych różnią się od siebie. Największą zmianę procentową zaobserwowano w zmianie wartości kąta α stopy lewej u chłopców, najmniejsze różnice we wskaźniku „W”.

Badaniem lepiej odwzorowującym stan czynnościowy stopy jako organu amortyzacyjnego było badanie dynamiczne. Jednakże badanie statyczne stopy jest również wystarczającym narzędziem do przeprowadzenia pełnowartościowej diagnozy.

Keywords: foot, diagnosis, static examination, dynamic examination.

Abstract

The work involved a comparison of methods of static and dynamic tests for assessing functional foot.

The examination was conducted in a group of 22 preschoolers from one of Bydgoszcz kindergartens. Group consisted of 11 girls and 11 boys aged 6-7 years. Static measurements were made on the basis of photographs of podoscope, dynamic measurements on the images obtained from a computer program connected strain gauge platform. The same parameters were used in both methods, and included: length, width, alpha angle, beta angle, gamma angle, Clarke angle, Ky index, Wejsflog index. Measurements were made while using a computer programme.

The results obtained in the course of static and dynamic tests differ from each other. The biggest percentage change was observed in the change of angle α left foot in boys, the smallest differences in the rate of "W".

The study better mapping from the functional status of the foot as a body amortization was dynamic test. However, the static test of the foot is also sufficient tool to conduct full-fledged diagnosis.

Wstęp:

Stopa, będąca głównym punktem kontaktu z podłożem musi zapewniać organizmowi dobrą amortyzację podczas ruchu, zdolność dopasowywania się do podłoża, mocne odbicie dla sprawnego chodu i biegu oraz wytrzymałość przy długotrwałym staniu [1-4]. Sprężystość stopy gwarantuje odpowiedni poziom amortyzacji podczas stania i lokomocji, przez co zabezpiecza cały organizm przed nadmierną ekspozycją na wstrząsy, jak również umożliwia efektywne, ekonomiczne poruszanie się. Kluczową cechą jest tu charakterystyczna zewnętrzna i wewnętrzna architektura stopy oraz wzmacniający je system stabilizatorów biernych i czynnych [2,3,5-7]. Właściwości biomechaniczne stopy określić można jako wieloczłonową dwuramienną dźwignię o wysokiej elastyczności. Kościec stopy, w liczbie dwudziestu sześciu elementów, stabilizowany jest biernie przez torebki stawowe i więzadła, czynnie przez pracujące mięśnie. Mimo tak złożonego systemu stabilizacji stopa zachowuje dużą ruchomość i elastyczność [2,6].

W ocenie prawidłowości budowy stopy wykorzystuje się wielowymiarowe, kompleksowe badania obejmujące badanie podmiotowe, przedmiotowe oraz dodatkowe, w tym badania funkcjonalne. Przeprowadzenie tych procedur ma za zadanie uzyskanie informacji dla celów profilaktycznych, diagnostycznych i prognostycznych. Badania przedmiotowe i dodatkowe

mogą być przeprowadzone statycznie lub dynamicznie. Badania statyczne polegają na ocenie pacjenta, gdy ten znajduje się w bezruchu, co daje badającemu informacje o wydolności statycznej stopy badanej, podczas gdy badanie dynamiczne zakłada wykonywanie przez pacjenta określonych aktywności fizycznych podczas procedury badawczej, co umożliwia ocenę pracy stopy pacjenta w każdej fazie ruchu. Analiza wyników obydwu rodzajów badania daje pełen obraz sprawności stóp jako organu podporowego we wszystkich jej aspektach [5,8,9,10]. Jednak holistyczne podejście do pacjenta wymaga, by badający nie ograniczali zakresu swoich badań tylko do jednego, konkretnego organu. Badając stopy jako pierwsze piętro odpowiedzialne za amortyzację wstrząsów podczas lokomocji oraz silnie obciążone zarówno podczas stania, jak i poruszania się, pamiętać należy o wpływie, jaki wywierają na siebie wzajemnie wszystkie elementy układu podporowego, a więc kończyny dolne, miednica oraz kręgosłup. Z jednej strony niesprawność i nieprawidłowość budowy stóp wpływa negatywnie na całą postawę, przy braku objawów bólowych związanych bezpośrednio ze stopami. Z drugiej strony niekorzystne wyniki badań stóp mogą być spowodowane patologiami wyższych pięter szkieletu [5,7,8,10].

Szczególnym rodzajem oceny wizualnej są badania plantograficzne i podoskopowe. Za naturalne rozwinięcie technologiczne powyższych badań uznać należy plantoposturografię oraz komputerową analizę chodu. Badania takie umożliwiają systemy zawierające płytę dynamometryczną, system czujników mocowanych do ciała pacjenta oraz specjalistyczne oprogramowanie do odczytu, wizualizacji i analizy wyników [7].

Diagnostyka funkcjonalna to bardziej tok rozumowania niż odrębny zestaw procedur. Jej głównym celem jest interpretacja wszystkich uzyskanych wyników badań, prób i testów pod kątem sprawności funkcjonalnej badanego organu, rozpoznania schorzenia, postępu choroby lub leczenia [5,8]. W diagnostyce funkcjonalnej wykorzystuje się wartości liczbowe pozyskane w trakcie przeprowadzania pomiarów liniowych i kątowych, jak również wyniki badań jakościowych. Większość testów funkcjonalnych stopy skupia się na konkretnym wycinku jej naturalnej aktywności. Mogą one dotyczyć ruchów w stawach, aktywności mięśni lub obciążania danych stref podporu. Umiejętność analizy, które elementy stopy podlegają obciążeniu lub odciążeniu, napięciu lub rozluźnieniu w poszczególnych fazach chodu, pozwala na dobranie adekwatnego testu funkcjonalnego. Testy mogą też badać ruchy bardziej złożone, globalne, ważniejsze dla całokształtu funkcjonowania stopy niż ruchy w poszczególnych stawach [8]. Dla celów diagnostycznych stanu funkcjonalnego stopy pacjenta największą przydatność prezentują badania obrazowe (zwłaszcza RTG i USG), elektromiografia, elektrodiagnostyka oraz badanie wydajności krążenia w stopie. Do badań

dodatkowych zaliczyć można również tworzenie odlewów gipsowych stopy i jej sklepienia [4,8]. W ortopedycznym badaniu stopy wykorzystuje się wiele parametrów, są to pomiary liniowe i pomiary kątowe. Część z nich może być wykonywana bezpośrednio na stopie, pozostałe uzyskuje się z utrwalonych obrazów stopy, np.: z plantogramu, zdjęcia z podoskopu lub z plantoposturogramu [2,3,5,9]. Wyniki pomiarów liniowych służą bezpośrednio do celów diagnostycznych, np. w przypadku porównywania długości i szerokości obydwu stóp; lub wykorzystuje się je jako składowe współczynników budowy stopy [3,5]. Z kolei testy funkcjonalne mięśni stopy przeprowadza się badając czynności statyczne i dynamiczne.

W przypadku prawidłowej budowy i czynności wszystkich elementów tworzących i zaopatrujących stopę obserwować można fizjologiczne ukształtowanie sklepienia stopy oraz brak zaburzeń podczas stania i lokomocji. Jeśli jednak występuje patologia którejś ze struktur, może dojść do ekspresji w formie wadliwego ustawienia stopy, niekiedy rzutującego na jakość chodu. Wady mogą mieć charakter wrodzony lub nabyty, różny może być ich przebieg, ekspresja, intensywność objawów, wpływ na pacjenta. Generowane przez różne czynniki wady stóp mogą występować pojedynczo lub łączyć się ze sobą, pogarszając funkcjonalny stan stopy. Izolowane wady stóp z reguły charakteryzują się mniej uciążliwymi dla chorego objawami. Patologie stóp niejednokrotnie związane są z nieprawidłowościami występującymi na innych poziomach, będąc ich przyczyną lub skutkiem [5-7,9].

Cel pracy:

Z biomechaniki wynika, że podczas aktywnego obciążania w trakcie lokomocji kształt stopy oraz jej sklepienia, a co za tym idzie również wyniki poszczególnych pomiarów i współczynników, zmieniają się względem wysiłku statycznego. Do porównania wyników i praktycznej przydatności obydwu rodzajów badań ocena odcisku stopy może stanowić jedyną podstawę. Statycznie obciążone stopy ocenione były na podstawie zdjęć podoskopowych, odbicie stopy podczas obciążania dynamicznego w fazie podporu uwidocznione zostało dzięki badaniu na platformie do pedobarografii footscan firmy RSscan. Bardziej wartościowe ze względów praktycznych są wyniki badania pedobarograficznego, ponieważ ukazują pracę stopy podczas chodu. Jest to podstawowa funkcja ludzkiej stopy, do której została przystosowana w toku ewolucji, zatem ważniejsza pod kątem czynnościowym.

Celem pracy jest porównanie dwóch aspektów oceny funkcjonalnej stopy: statycznego i dynamicznego. Wyniki obydwu typów pomiaru ocenione zostały pod kątem ich przełożenia na stan funkcjonalny, różnic pomiędzy nimi oraz przydatności praktycznej. Ostateczna konkluzja dotyczy występowania istotnych statystycznie różnic między wynikami statycznych i dynamicznych badań funkcjonalnych.

Do porównania wyników badań statycznych i dynamicznych wykorzystane zostały badania parametrów stopy oraz jej sklepienia, obejmujące: pomiary liniowe: długość i szerokość stopy, pomiary kątowe: kąt Clarke'a, kąt koślawienia palca I i szpotawienia V palca, kąt gamma, współczynniki: Ky Sztritera-Godunowa, Wejsfloga, Bałakirewa. Wszystkie z wymienionych parametrów wyznaczone są na obrazach plantograficznych różnego rodzaju.

Materiał i metoda:

Materiał badawczy stanowiła grupa 22 przedszkolaków z jednego z bydgoskich przedszkoli. Wśród badanych: 17 dzieci miało 6 lat (73,9%), a 5 dzieci 7 lat (21,7%). Wszystkie badane dzieci na co dzień funkcjonowały wspólnie w jednej grupie przedszkolnej realizując homologiczny program z zajęciami fizycznymi włącznie. Grupę stanowiło 11 dziewcząt i 11 chłopców. Cała grupa badawcza raz w tygodniu uczestniczyła w zajęciach gimnastycznych przygotowujących do planowanego badania. Przeprowadzone ćwiczenia miały charakter ogólnokondycyjny i ogólnorozwojowy.

Badania przeprowadzono w 2013 roku. Pierwszego dnia wykonano zdjęcia podoskopowe, drugiego dnia zarejestrowano wyniki komputerowego badania pedobaroskopowego podczas chodu. Dodatkowym badaniem była obserwacja aktywności dzieci oraz makroskopowej wydolności funkcjonalnej stopy podczas wykonywania typowych dla wieku grupy czynności, w tym organizowanych specjalnie w celach badawczych ćwiczeń gimnastycznych. Ćwiczenia te obejmowały: zabawy o charakterze ożywiającym, zabawy bieżne, zabawy skoczne, zabawy równoważne i zabawy uspokajające. Obserwacja żadnego z dzieci nie wzbudziła podejrzeń niewydolnej funkcjonalnie stopy lub obecności wad jej budowy. Otrzymane obrazy podzielono na dwa rodzaje: podoskopowy, stanowiący fotografię podeszwy stopy odbitej w zwierciadle, będący podstawą do pomiarów statycznych parametrów stopy i komputerowy, odwzorowujący sumaryczny kształt podeszwy stopy podczas fazy obciążenia oraz obraz pedobarograficzny podczas przetaczania, będący podstawą do pomiarów dynamicznych parametrów stopy.

Obraz z podoskopu został utrwalony na cyfrowej fotografii, która posłużyła do wykonania pomiarów z użyciem oprogramowania firmy Corel – *Ulead Photo Impact X3*. Najlepiej uwidoczona część stopy odpowiada strefie nacisku na podłoże. Wykorzystując funkcje programu wykonane zostały pomiary następujących parametrów: długość stopy lewej i prawej w centymetrach, szerokość stopy lewej i prawej w centymetrach, wartość kąta koślawienia palucha stopy lewej i prawej wartość kąta szpotawienia palca V stopy lewej i prawej, wartość kąta piętowego γ , wartość kąta wysklepienia stopy metodą Clarke'a,

wartość wskaźnika wysklepienia stopy Sztritera-Godunowa Ky i wartość wskaźnika Wejsfloga „W”.

Badanie komputerowe przeprowadzono przy użyciu platformy pedobarograficznej *footscan* firmy RSscan i dołączonego do niej oprogramowania. Dzięki nim zarejestrowano do analizy przebieg poszczególnych kroków dziecka zawierający dane wymiarów stopy podczas chodu, siły nacisku konkretnych stref, czas kroku i przemieszczanie się środka ciężkości. Z programu wyeksportowano obraz stanowiący odcisk całej stopy obrazujący sumę nacisków na podłoże w trakcie całej fazy podporu. Obraz ten następnie opracowano w analogiczny sposób co te uzyskane z podoskopu w programie Corel *Ulead Photo Impact*.

Wszystkie wybrane parametry są możliwe do zbadania tymi samymi metodami zarówno w przypadku pracy ze zdjęciem z podoskopu, jak i obrazem pochodzącym z komputerowej analizy chodu. Dzięki temu ich wyniki są ze sobą w pełni porównywalne i możliwe jest ich wartościowanie pod kątem przydatności praktycznej.

Długość i szerokość stóp w przypadku obrazów z podoskopu mierzona była dzięki wyskalowaniu podoskopu i pokryciu go siatką centymetrową. Punktami orientacyjnymi dla pomiarów były najbardziej oddalone od siebie punkty w wymiarze podłużnym i poprzecznym. W przypadku badania dynamicznego oba parametry były automatycznie obliczane przez oprogramowanie *footscan* na podstawie danych z sensorów wbudowanych w platformę. Długość i szerokość stopy wybrane zostały do badania, by stwierdzić obecność i stopień ich zmiany podczas aktywnego obciążania stopy w trakcie chodu względem wartości pozyskanych w badaniu statycznym. Obliczenie stosunku długości stopy do jej szerokości, znane jako wskaźnik Wejsfloga, informuje badającego o wysklepieniu poprzecznym stopy.

Pomiarów kątowych dokonano w przypadku badania statycznego i dynamicznego tą samą metodą w oprogramowaniu Corel *Ulead Photo Impact*, w którym nałożono dodatkowe, niezbędne do pomiarów linie styczne. Pomiary te obejmowały kąt koślawienia palucha, kąt szpotawienia piątego palca, kąt piętowy i kąt Clarke'a.

Kąty α i β informują o zniekształceniach palców stopy, wpływających niekiedy na płaszczyznę odbicia, są możliwe do zmierzenia w prosty i szybki sposób. Kąt γ jest szybkim narzędziem diagnostycznym służącym do oceny sklepienia poprzecznego możliwym do sprawdzenia dysponując jedynie podogramem różnego rodzaju.

Kąt Clarke'a jest szybką metodą badawczą, podobnie jak pozostałe pomiary kątowe wynik wyrażony jest w łatwo porównywalnych jednostkach, zakres prawidłowych wartości umożliwia interpretację wyniku pod kątem obecności lub nieobecności objawów nieprawidłowego sklepienia stopy.

Wskaźnik Sztritera-Godunowa obliczony został po wykreśleniu stycznych przyśrodkowych w programie *Photo Impact* w ten sam sposób dla obrazów pozyskanych w trakcie badania statycznego oraz dynamicznego. Parametr ten został wybrany do pracy badawczej, ponieważ daje wymierne wyniki dotyczące stopnia wysklepienia stopy, niekiedy niespójne z wartością kąta Clarke'a. Zastosowanie obydwu pomiarów umożliwia uzyskanie pełniejszego obrazu.

Wskaźnik K_y jest łatwy do interpretacji i porównywania wyników uzyskanych w odmiennych typach badania.

Wyniki:

Średnia długość stopy lewej w badaniu statycznym wyniosła 18,1 cm, odpowiednio 18,28 cm u chłopców i 17,94 u dziewcząt. Największa lewa stopa wśród grupy męskiej miała długość 19,4 cm, najmniejsza 17 cm, w grupie żeńskiej odpowiednio 20,4 i 15. W badaniu statycznym prawej stopy uzyskano następujące wyniki: średnia długość stopy równa była 18,16, u chłopców wynosiła 18,35 cm, u dziewcząt 17,98. Wartości skrajne: 19,3 cm najdłuższa, 17,2 cm najkrótsza w przypadku stóp chłopięcych, 20,1 cm najdłuższa i 15,1 cm najkrótsza w stopach dziewczęcych.

Długości badanych stóp uzyskane podczas badania dynamicznego różnią się od tych pochodzących z pomiaru statycznego. I tak średnia długość stopy lewej podczas badania dynamicznego osiągnęła wartość 19,24 cm, wśród chłopców 19,53 cm z wartościami skrajnymi 21,2 cm i 18,4 cm, u dziewcząt średnia arytmetyczna równa 18,95 cm, wartości skrajne 20,7 cm i 16,9 cm. Stopa prawa podczas badania cechowała się średnią długością na poziomie 19 cm, w grupie męskiej 18,99 cm, w grupie żeńskiej 19,02 cm. Największa stopa u chłopców miała długość 21,4 cm, najkrótsza 17,2 cm, u dziewcząt odpowiednio 21,2 cm i 17,3 cm. Uzyskane wyniki zebrano w Tabeli 1.

Tab.1. Długość stopy - wartości średnie.

Tab.1. The length of the foot - average values.

Parametry	Pomiar statyczny		Pomiar dynamiczny	
	lewa stopa	prawa stopa	lewa stopa	prawa stopa
Średnia długość stopy	18,11	18,16	19,24	19
Średnia długość stopy u chłopców	18,28	18,35	19,53	18,99
Średnia długość stopy u dziewcząt	17,94	17,98	18,95	19,02

W pomiarach statycznych obserwacja wartości skrajnych uwidoczniała, że w badanej grupie wiekowej niektóre dziewczęta mogą mieć stopy dłuższe od chłopców z ich grupy

rówieśniczej. Powodem takiego wyniku jest najprawdopodobniej szybszy rozwój fizyczny dziewcząt w stosunku do chłopców w początkowych latach życia. Zaobserwowano również, że wartości w grupie dziewcząt były bardziej zróżnicowane (odchylenie standardowe na poziomie 1,51) w stosunku do grupy chłopców (odchylenie standardowe 0,74).

Różnice w długościach uzyskanych w badaniach statycznych i dynamicznych są widoczne bardzo wyraźnie. Długość wszystkich badanych stóp bez względu na płeć i stronę w badaniu dynamicznym zwiększyła się średnio o 0,98 cm, odpowiednio 0,95 cm wśród chłopców i 1,02 cm u dziewczynek. Badając stopy lewe uzyskano przyrost długości w badaniu o średnio 1,13, z podziałem na płeć: 1,25 cm u chłopców i 1 cm u dziewczynek. Wśród stóp prawych średnio długość wzrosła o 0,84 cm, w grupie męskiej wartość średnia przyrostu wyniosła 0,65 cm, w grupie żeńskiej 1,04 cm. Procentowo ogólny przyrost długości był na poziomie 5,43%, największa zmiana widoczna była w przypadku lewej stopy u chłopców (6,81%), najmniejsza w przypadku prawej stopy u chłopców (3,52%). Procentowa zmiana długości stóp u dziewcząt była bardzo wyrównana, odpowiednio 5,63% dla stopy lewej i 5,76% dla stopy prawej (Tab.2).

Tab.2. Długość stopy - różnice wartości średnich.

Tab.2. The length of the foot - differences in mean values.

Parametry	Różnica wyników z pomiaru statycznego i dynamicznego		
	lewa stopa	prawa stopa	ogółem
Średnia długość stopy	1,127	0,84	0,98
Średnia długość stopy u chłopców	1,25	0,65	0,95
Średnia długość stopy u dziewcząt	1,01	1,04	1,02
% przyrostu u wszystkich	6,22%	4,63%	5,43%
% przyrostu u chłopców	6,81%	3,52%	5,16%
% przyrostu u dziewcząt	5,63%	5,76%	5,69%

Zwiększenie wymiaru podłużnego stopy wystąpiło u 20 dzieci w przypadku stopy lewej i 21 badanych w przypadku stopy prawej. Ewentualne skrócenie nie przekraczało 2 mm, mogło być więc związane np. z podwinięciem palców podczas stawiania niepewnego kroku na płycie pedobarometrycznej.

Zmiana długości stopy podczas chodu jest zjawiskiem fizjologicznym, o ile nie towarzyszy jej spłaszczenie sklepienia stopy. Wtedy podejrzewać można niewydolność mięśni to sklepienie podtrzymujących. Badanie ukształtowania stopy znajduje się w dalszej części rozdziału.

Średnia szerokość stopy lewej podczas badania statycznego wynosiła 7,21 cm, u chłopców 7,25 cm, u dziewczynek 7,18 cm. Wartości graniczne wynosiły odpowiednio 6,7 cm najwęższa i 7,8 cm najszersza stopa lewa wśród chłopców oraz 6,5 cm najwęższa i 7,9 cm najszersza lewa stopa wśród dziewcząt. Prawe stopy w pomiarze statycznym charakteryzowały się szerokością średnią równą 7,28 cm, dzieląc pod względem płci 7,26 cm u chłopców i 7,31 cm u dziewczynek. Najmniejszą wartością wśród prawych stóp grupy męskiej było 6,6 cm, największą 7,8 cm. W grupie żeńskiej najwęższa stopa miała 6,7 cm, najszersza natomiast 8 cm w pomiarze statycznym.

Podczas badania dynamicznego uzyskano wartości mniejsze niż w trakcie badania statycznego. Średnia szerokość stopy lewej wynosiła 6,64 cm. Stopy lewe chłopców miały średnią szerokość 6,62 cm, wartości graniczne przedstawiały się następująco: najniższa wartość w wymiarze poprzecznym – 6,2 cm, najwyższa wartość – 7,4 cm. W grupie żeńskiej najwęższa lewa stopa miała 5,2 cm w najszerszym miejscu, stopa o największej szerokości 7,7 cm. Stopa prawa osiągnęła średnią szerokość rzędu 6,86 cm w całej grupie, średnio 6,86 cm u chłopców i 6,85 cm u dziewcząt. Wartości graniczne wynosiły odpowiednio 6,2 cm i 7,6 cm w grupie męskiej i 5,9 cm i 7,7 cm w grupie żeńskiej. Wyniki te zebrano w poniższej Tabeli 3.

Tab.3. Szerokość stopy - wartości średnie.

Tab.3. The width of the foot - the average values.

Parametr	Pomiar statyczny		Pomiar dynamiczny	
	lewa stopa	prawa stopa	lewa stopa	prawa stopa
Średnia szerokość stopy	7,21	7,29	6,64	6,86
Średnia szerokość stopy u chłopców	7,24	7,26	6,63	6,86
Średnia szerokość stopy u dziewcząt	7,18	7,31	6,65	6,85

W obydwu grupach w fazie przenoszenia szerokość stóp spada, średnio o 6,9% (0,5 cm), z czego właściwość ta najsilniej zaznaczona jest w lewej stopie u chłopców (8,53% - 0,62 cm), najmniej zwężeniu uległy prawe stopy chłopców (5,51% - 0,4 cm). Chłopcy stanowili też bardziej jednorodną grupę, odchylenie standardowe wyniosło u nich 0,06 względem omawianej cechy, dziewczynki stanowiły grupę bardziej zróżnicowaną, w której odchylenie osiągnęło wartość 0,16. Zmniejszenie wymiaru poprzecznego stopy u badanych dzieci w trakcie badania dynamicznego może mieć związek z przewagą czynnościową stabilizatorów sklepienia poprzecznego stopy, biernych - więzadeł poprzecznych głębokich śródstopia oraz czynnych - mięśni piszczelowego tylnego, strzałkowego długiego

i przywodziciela palucha nad obciążeniem wywoływanym w fazie przenoszenia przez względnie niewielką masę ciała. Kolejnym czynnikiem może być występujące na dziecięcej stopie otłuszczenie, które w badaniu statycznym zwiększa wymiar poprzeczny stopy, jego wpływ natomiast niweluje się w trakcie ruchu.

Powtarzalność zmniejszania wymiaru poprzecznego w badaniu dynamicznym względem tego uzyskanego w trakcie badania statycznego jest duża - zmniejszenie wymiaru wystąpiło u 17 z 22 badanych dzieci. Zwiększona szerokość stopy wystąpiła tylko u trojga dzieci i wartość ta nie przekraczała 3 mm. U dwojga badanych uzyskano taki sam wynik w badaniu statycznym i dynamicznym.

Średnia wartość kąta koślawienia palucha wśród badanych wyniosła $5,98^\circ$ w badaniu statycznym i $4,87^\circ$ w badaniu dynamicznym. Paluch stopy lewej w grupie chłopców w trakcie badania statycznego położony był średnio pod kątem $6,82^\circ$, w grupie dziewcząt $5,64^\circ$, przy stopie prawej średnia wartość kąta α w badaniu statycznym u chłopców i dziewcząt była identyczna i wynosiła $5,73^\circ$. Wyniki uzyskane w toku badania dynamicznego wskazują na zmniejszanie kąta koślawienia palucha w trakcie chodu u grupy badanych chłopców. Średnia wartość kąta α stopy lewej zmalała u nich do $3,36^\circ$, czyli o $3,45^\circ$ (50,67%) względem wyniku z badania statycznego, w stopie prawej do $3,45^\circ$ (mniej o $2,27^\circ$ – 39,68% w porównaniu z badaniem statycznym) (Tab.4). W grupie dziewczynek z obliczenia średniej arytmetycznej wynika, że wartość kąta wzrosła, odpowiednio o $1,09^\circ$ w stopie lewej i $0,27^\circ$ w stopie prawej.

Wynik taki jest efektem wysokiej wartości wzrostu kąta α u jednej z dziewcząt, wyniosła ona bowiem aż 19 stopni. Zastosowanie mediany zamiast zwykłej średniej arytmetycznej sprawia, że wyniki grupy dziewcząt przedstawiają się następująco: kąt lewego palucha – zmalał o jeden stopień, prawego palucha – wzrósł o jeden stopień. Za tak dużą odmiennością grup idą wyniki odchylenia standardowego dotyczącego różnicy między pomiarem statycznym i dynamicznym: w grupie chłopców wyniosło ono 0,78, grupa dziewcząt charakteryzowała się odchyleniem na poziomie 3,23 względem tej cechy. Podczas badania statycznego prawidłową wartością kąta α , zawierającą się w zakresie $0-9^\circ$ charakteryzowały się lewe stopy 20 dzieci i prawe stopy 17 badanych. W pomiarze dynamicznym wartości przekraczających 9° w przypadku stopy lewej było 3, w przypadku stopy prawej 4. Wartość kąta zmalała przy stopie lewej u 15 dzieci, przy stopie prawej u 14 badanych.

Tab.4. Kąt α – wartości średnie.

Tab.4. Angle α - average values.

Parametr	Pomiar statyczny		Pomiar dynamiczny	
	lewa stopa	prawa stopa	lewa stopa	prawa stopa
Średnia wartość kąta α	6,23	5,73	5,05	4,73
Średnia wartość kąta α dla chłopców	6,82	5,73	3,36	3,45
Średnia wartość kąta α dla dziewcząt	5,64	5,73	6,73	6,00

Zmiana u większość dzieci wartości kąta na mniejszą (68% przy lewej stopie, 64% przy prawej stopie) wskazuje na fizjologiczne rozszerzanie palców podczas chodu celem zwiększenia powierzchni podparcia i odbicia. Mimo, iż procentowo kąty uległy dużym zmianom, to wartość kątowa zmian wynosiła średnio 1,09°.

Kąt szpotawienia V palca w obu grupach miał podobne wartości. W badaniu statycznym średnia wartość kąta β stopy lewej w grupie chłopców wynosiła 13,55°, w grupie dziewcząt 11,18°, wartość kąta β stopy prawej u chłopców osiągnęła 11,55°, u dziewczynek 12,91°. Wartości graniczne w badaniu statycznym w grupie męskiej równały się odpowiednio 6 i 19°, w grupie żeńskiej 18 i 0° dla stopy lewej oraz 22 i 4° w grupie męskiej, a 20 i 6° w grupie żeńskiej dla stopy prawej.

Badanie dynamiczne dało następujące wyniki: średnia wartość kąta β lewej stopy w grupie chłopców - 12°, wartość przy stopie prawej - 11,55°, w grupie dziewczynek przy stopie lewej wartość ta osiągnęła 10,73°, przy stopie prawej 10,64° (Tab.5). Oznacza to, że kąt β w obu grupach w badaniu dynamicznym miał średnią wartość zmniejszoną w stosunku do pomiaru statycznego, odpowiednio o 1,55° stopa lewa u chłopców, 0,45° stopa lewa u dziewcząt i 2,27° prawa stopa u dziewcząt. Średnia wartość kąta stopy prawej wśród chłopców nie zmieniła się.

Tab.5. Kąt β – wartości średnie.

Tab.5. Angle β - average values.

Parametr	Pomiar statyczny		Pomiar dynamiczny	
	lewa stopa	prawa stopa	lewa stopa	prawa stopa
Średnia wartość kąta β	12,36	12,23	11,36	10,09
Średnia wartość kąta β dla chłopców	13,55	11,55	12,00	11,55
Średnia wartość kąta β dla dziewcząt	11,18	12,91	10,73	10,64

Zmiana wartości kąta na mniejszą dotyczy 11 badanych w przypadku stopy lewej oraz 12 osób przy stopie prawej. U jednej osoby nie zmienił się kąt po lewej stronie, u trojga dzieci stały pozostał kąt przy stopie prawej. W pomiarze statycznym u 14 osób kąt β stopy lewej wynosił 15 lub mniej stopni, u stopy prawej wartość kąta mieściła się w tym zakresie u 17 badanych. W pomiarze dynamicznym kąt szpotawości palca V miał wartość poniżej 15 i mniej stopni w przypadku 18 stóp lewych i 18 stóp prawych. Przyczyn obniżenia średniej wartości kąta β , podobnie jak kąta α , doszukiwać się należy w fizjologicznym rozszerzaniu palców stopy podczas chodu. Widoczny jest też wzrost udziału pomiarów do 15° w badaniu dynamicznym względem badania statycznego. Praca mięśni zaopatrujących palec V normalizuje jego ustawienie względem bocznego łuku sklepienia, a tym samym powierzchnię podparcia na palcach podczas chodu.

Średnie wartości kąta piętowego w badaniu statycznym wyniosły $18,18^\circ$ dla stopy lewej i $18,86^\circ$ dla stopy prawej, gdzie grupy reprezentowały średnie wartości następująco: $18,36^\circ$ i $18,72^\circ$ chłopcy, 18° i 19° dziewczęta. Maksymalna wartość wśród chłopców wynosiła 22° w przypadku obydwu stóp, u dziewczynek była ona taka sama dla stopy prawej, dla stopy lewej wynosiła 21° . Średnie odchylenie standardowe dla obu stóp równe było 2,32 u chłopców i 1,99 u dziewczynek. W pomiarze statycznym wartość prawidłową, zawierającą się w przedziale $15-18^\circ$, uzyskano w przypadku 14 stóp lewych (8 dziewczynek, 6 chłopców) i 9 stóp prawych (4 dziewczynki i 5 chłopców).

Podczas badania dynamicznego uzyskano wyniki wyższe w 24 przypadkach, po 12 na każdą stopę. Pomiar nie zmienił wartości w 3 przypadkach na stopie lewej i 4 przypadkach na stopie prawej. Średnie wartości wyniosły $19,23^\circ$ w przypadku stopy lewej (19° chłopcy, $19,45^\circ$ dziewczęta) oraz $19,91^\circ$ z pomiarów stopy prawej ($19,27^\circ$ chłopcy i $20,55^\circ$ dziewczęta) (Tab.6). W związku z tym różnice średnich wartości kąta γ wyniosły $0,64^\circ$ na stopie lewej i $0,55^\circ$ na stopie prawej w grupie męskiej oraz $1,45^\circ$ w przypadku stopy lewej i $1,55^\circ$ w przypadku stopy prawej w grupie żeńskiej. Wstępne wartości pomiarów oraz różnice między nimi obrazują poniższe wykresy.

Tab.6. Kąt γ – wartości średnie.

Tab.6. Angle γ - average values.

Parametr	Pomiar statyczny		Pomiar dynamiczny	
	lewa stopa	prawa stopa	lewa stopa	prawa stopa
Średnia wartość kąta γ	18,18	18,86	19,23	19,91
Średnia wartość kąta γ dla chłopców	18,36	18,73	19,00	19,27
Średnia wartość kąta γ dla dziewcząt	18,00	19,00	19,45	20,55

W badaniu kąta γ oddalanie się przez wartości średnie ku górze od prawidłowego dla dorosłej osoby przedziału $15-18^\circ$ może budzić podejrzenie spłaszczenie sklepienia poprzecznego stopy, jednak w grupie dzieci przedszkolnych nie jest to jednoznaczne. Jak wcześniej wykazano w analizie zmian w zakresie wymiaru poprzecznego stopy, układ stabilizatorów biernych i czynnych sklepienia poprzecznego u badanych jest wydolny. Powodem zwiększonego względem pomiaru statycznego wyniku badania dynamicznego może być rozłożona pod tyłostopiem zabezpieczająca poduszka tłuszczowa, charakterystyczna dla grupy wiekowej badanych, ulegająca rozplaszczeniu pod wpływem nacisku.

Podczas badania kąta Clarke'a uzyskano wyniki o dużej różnorodności, zarówno metodą statyczną, jak i dynamiczną. Badanie statyczne zaowocowało wartościami średnimi na poziomie $40,5^\circ$ dla stopy lewej ($40,45^\circ$ chłopcy, $40,55^\circ$ dziewczęta) oraz $41,95^\circ$ dla stopy prawej ($42,45$ chłopcy, $41,45$ dziewczęta). Wartości graniczne wynosiły w grupie chłopców odpowiednio 25° i 49° u stopy lewej oraz 33° i 52° u stopy prawej. W grupie dziewcząt skrajne wartości dla stopy lewej równe były 22° i 59° , dla stopy prawej 24° i 62° . Odchylenie standardowe wyników uzyskanych mierząc kąt na lewej stopie wynosi $6,58$ w grupie męskiej i $9,63$ w grupie żeńskiej, pomiary kąta na prawej stopie dały odchylenie rzędu $5,82$ wśród chłopców i $9,36$ wśród dziewcząt. Wartością przyjętą za prawidłową w tym badaniu jest kąt zawierający się między 42 a 50° . Podczas oceny statycznej wynik taki uzyskano w przypadku 12 pomiarów na stopie lewej (po 6 badanych każdej płci) oraz 11 pomiarów na stopie prawej (u 5 dziewcząt i 6 chłopców).

Wyniki badania dynamicznego są wyraźnie różne od uzyskanych w badaniu statycznym. Średnia wartość kąta Clarke'a mierzonego na stopie lewej wśród grupy chłopców spadła o $7,27^\circ$ i osiągnęła poziom $33,18^\circ$, dziewczęta uzyskały średni wynik niższy o $5,18^\circ$ od wyniku z oceny statycznej, równy $35,36^\circ$. Pomiary na stopie prawej dały średnie wyniki odpowiednio dla grupy chłopców o $4,36^\circ$ niższy od wyniku z badania statycznego, równy $38,09^\circ$, dla grupy dziewczynek o $4,45^\circ$ niższy od statycznego pomiaru, równy 37° . Wyniki w obydwu grupach w badaniu dynamicznym są jeszcze bardziej zróżnicowane, wartości graniczne wśród

chłopców wynoszą 24° i 42° w stopie lewej oraz 17° i 49° w stopie prawej, wśród dziewcząt odpowiednio 10° i 53° w stopie lewej oraz 7° i 53° w stopie prawej. Wartość prawidłowa kąta Clarke'a uzyskana została w przypadku 4 stóp lewych (3 dziewcząt i jeden chłopiec) oraz 9 stóp prawych (5 dziewcząt i 4 chłopców) (Tab.7).

Tab.7. Kąt Clarke'a – wartości średnie.

Tab.7. Angle Clarke'a - average values.

Parametr	Pomiar statyczny		Pomiar dynamiczny	
	lewa stopa	prawa stopa	lewa stopa	prawa stopa
Średnia wartość kąta Clarke'a	40,50	41,95	34,27	37,55
Średnia wartość kąta Clarke'a dla chłopców	40,45	42,45	33,18	38,09
Średnia wartość kąta Clarke'a dla dziewcząt	40,55	41,45	35,36	37,00

Znaczny spadek wartości kąta Clarke'a w badaniu dynamicznym, również u osób, u których w badaniu statycznym stwierdzono wynik prawidłowy, informuje o zwiększonym spłaszczeniu łuku przyśrodkowego w trakcie aktywnego obciążania. Powodów takiego stanu rzeczy może być kilka. Możliwe jest, że w grupie wiekowej badanych dzieci struktury odpowiedzialne za stabilizację sklepienia podłużnego stopy nie są jeszcze dostatecznie wydolne, by utrzymać łuk przyśrodkowy w prawidłowym ułożeniu. Kolejną możliwością jest występowanie koślawości kolan lub stóp rzutujące na powierzchnię kontaktu z podłożem, uwidaczniające się podczas swobodnego chodu. Jeszcze innym powodem może być niedbały chód dziecka, być może związany z niepewnością i niedostateczną równowagą. Niezależnie od przyczyny zmniejszona wartość kąta Clarke'a daje osobie badającej cenną informację o występującym zaburzeniu, niekoniecznie w obrębie stopy. Czyni to z tego pomiaru kąтового bardzo czułe narzędzie diagnostyczne.

W pomiarach statycznych średnie wartości wskaźnika Ky były zbliżone w obydwu grupach: wśród chłopców wynik równy był 0,48 dla stopy lewej i 0,46 dla stopy prawej, wśród dziewcząt wartości te wynosiły 0,42 dla obydwu stóp. Wartości skrajne w grupie męskiej wynosiły 0 i 0,85 na stopie lewej oraz 0 i 0,7 na stopie prawej, w grupie żeńskiej 0 i 0,93 na stopie lewej oraz 0 i 0,81 na stopie prawej. Prawidłowy, ustalony na zawarty między 0,25 a 0,56 wynik uzyskano w przypadku 14 pomiarów stopy lewej (6 dziewcząt i 8 chłopców) oraz 16 pomiarów stopy prawej (7 dziewcząt i 9 chłopców). Po każdej ze stron

wystąpiły po 3 pomiary z wynikiem poniżej 0,25 świadczące o nadmiernym wysklepieniu stopy, z czego po 2 na każdej stopie miały wartość 0 (Tab.8).

Średnie wartości między pomiarem statycznym a dynamicznym w omawianym parametrze wzrosły o 0,09 wśród chłopców i 0,05 wśród dziewcząt na stopie lewej oraz odpowiednio 0,1 i 0,06 na stopie prawej. Nieznacznie wzrosła częstość występowania wartości prawidłowej pomiaru do 16 na każdej ze stóp, z czego w pomiarach lewej stopy wartość fizjologiczną uzyskało 10 dziewcząt i 6 chłopców, natomiast w pomiarach prawej stopy po 8 badanych obu płci. W pomiarze dynamicznym tylko w jednym przypadku wartość wskaźnika Ky miała poniżej 0,25, nie wystąpiły pomiary o wartości 0.

Tab.8. Wskaźnik Ky – wartości średnie.

Tab.8. Index Ky- average values.

Parametr	Pomiar statyczny		Pomiar dynamiczny	
	lewa stopa	prawa stopa	lewa stopa	prawa stopa
Średnia wartość wskaźnika Ky	0,46	0,44	0,53	0,52
Średnia wartość wskaźnika Ky dla chłopców	0,48	0,46	0,57	0,55
Średnia wartość wskaźnika Ky dla dziewcząt	0,43	0,43	0,48	0,50

Wzrost wartości wskaźnika Sztritera-Godunowa świadczy o spłaszczaniu się sklepienia stopy, jednak wartości większości pomiarów mieściły się w granicach fizjologicznej normy, w przeciwieństwie do pomiarów kąta Clarke'a wykonanych w tej samej grupie. Jednocześnie w badaniu dynamicznym zmalała ilość wyników niekorzystnych, świadczących o wydrążeniu stopy na rzecz wartości prawidłowych, informując o faktycznym, lepszym niż można by sądzić po wynikach badania statycznego, stanie funkcjonalnym stóp badanych. Brak jednoznacznej zgodności między wskaźnikiem Ky a kątem Clarke'a świadczyć może o prawidłowym funkcjonowaniu aparatu stabilizującego sklepienie podłużne stopy i wskazywać na nieprawidłowości usytuowane na wyższych piętrach układu nośnego szkieletu.

Wyniki wskaźnika Wejsfloga uzależnione były od tych uzyskanych w trakcie badania długości i szerokości stopy. Stosunek wymiaru podłużnego do poprzecznego wśród chłopców wyniósł w badaniu statycznym średnio 2,53 dla stopy lewej przy wartościach granicznych 2,39 i 2,7, dla stopy prawej taki sam wynik średni przy wartościach skrajnych 2,33 i 2,69. Wśród dziewcząt wyniki z badania statycznego dały średnią wartość współczynnika równą

2,5 przy wartościach skrajnych 2,31 i 2,72 w lewej stopie oraz średnią 2,46 przy wartościach skrajnych rzędu 2,22 i 2,67 w stopie prawej (Tab.9). Odchylenie standardowe w obu grupach nie przekraczało 0,15. Jak wynika z wcześniejszej analizy, podczas badania dynamicznego wykazano wzrost średniej długości obu stóp przy jednoczesnym zmniejszeniu średniego wymiaru poprzecznego. Wskaźnik „W” na stopie lewej obliczany z wyników pozyskanych w trakcie oceny dynamicznej stóp chłopców osiągnął średnią wartość 2,96, zwiększył się więc o 0,43 (17,01%), w grupie dziewcząt średnia wartość wyniosła 2,87, była zatem większa o 0,37 (14,83%) niż podczas oceny statycznej. Nieco mniejszy wzrost średniej zaobserwowany został w przypadku stopy prawej – grupa męska osiągnęła średni wynik rzędu 2,77, przyrost wartości wynosił 0,24 (9,68%), grupa żeńska ze średnią 2,78 uzyskała średnią wskaźnika „W” większą o 0,35 (13,96%). Wartość wskaźnika Wejsfloga w badaniu dynamicznym wzrosła względem wartości pochodzącej z badania statycznego u 21 badanych zarówno u prawej, jak i u lewej stopy. U żadnego z dzieci wynik nie pozostał niezmienny. Wartości średnie przedstawione są na wykresie poniżej.

Tab.9.Wskaźnik Wejsfloga– wartości średnie.

Tab.9. Index Wejsflog- average values.

Parametr	Pomiar statyczny		Pomiar dynamiczny	
	lewa stopa	prawa stopa	lewa stopa	prawa stopa
Średnia wartość wskaźnika W	2,51	2,49	2,91	2,78
Średnia wartość wskaźnika W dla chłopców	2,53	2,53	2,96	2,77
Średnia wartość wskaźnika W dla dziewcząt	2,50	2,46	2,87	2,78

Wzrost wartości wskaźnika Wejsfloga w badaniu dynamicznym w stosunku do badania statycznego u prawie wszystkich badanych odzwierciedla zmiany wymiarów podłużnych i poprzecznych stóp. Zwiększenie długości było wyraźniej zaznaczone niż spadek szerokości. Zbliżenie się wyników wskaźnika „W” do wartości 3,00 (lub jego przekroczenie w 6 przypadkach na stopie lewej i 3 przypadkach na stopie prawej) oznacza poprawę sklepienia poprzecznego stopy w warunkach aktywnego obciążania w trakcie chodu.

Dyskusja i wnioski:

Dzieci w wieku przedszkolnym nie są chętnie wybieraną grupą badawczą. Po pierwsze jest to związane z trudnościami w prawidłowej interpretacji wyników, ponieważ dynamicznie rozwijający się układ kostno-mięśniowy dziecka w wieku przedszkolnym charakteryzuje się znacznymi odstępstwami w budowie ciała w porównaniu z osobami dorosłymi. Dlatego wiele pomiarów teoretycznie wskazujących na występowanie nieprawidłowości w grupie dzieci do lat 7 nie musi oznaczać takiego stanu. Po drugie dzieci przedszkolne mają większą trudność w poprawnym zrozumieniu złożonych poleceń oraz w utrzymaniu uwagi w czasie wykonywania badania. Jednakże są badacze, którzy pomimo tych przeciwności podejmują próby oceny dzieci w wieku przedszkolnym i wczesnoszkolnym (11-15). W niniejszej pracy głównym zadaniem było wykazanie różnic między pomiarami statycznymi a dynamicznymi dla celów oceny funkcjonalnej, a nie diagnostyka ewentualnych wad stóp występujących u dzieci. W związku z tym wyjątkowość dziecięcej fizjonomii nie stanowiła przeszkody dla przeprowadzenia rzetelnego badania, a wcześniejsze poznanie badającego przez dzieci pozwoliło na zdobycie zaufania i bezstresowe przeprowadzenie pomiarów.

W dostępnej literaturze można znaleźć informacje o potrzebie stosowania skutecznego narzędzia diagnostycznego do oceny budowy i wad stóp u dzieci. Znalezienie takiego obiektywnego narzędzia badawczego jest bardzo ważne, ponieważ z jednej strony obserwujemy zbyt częste wykrywanie wad stóp i wdrażanie leczenia. Co prowadzi według Walczak i Napióntek do generowania niepotrzebnych kosztów i czynników stresogennych dla dzieci. Zdaniem autorów unikanie uporczywej rehabilitacji nie prowadzi do wystąpienia dolegliwości bólowych w dorosłości [16]. Do podobnych wniosków w swoich pracach doszli Głowacki i Misterska oraz Snela [17,18]. Natomiast Walicka-Cupryś i wsp. badali wpływ gimnastyki korekcyjnej na wysklepienie stóp płaskich u dzieci przedszkolnych. Podstawowym parametrem była ocena kąta Clarke'a. Autorzy doszli do wniosku, że ćwiczenia korekcyjne w tak młodym wieku nie mają wpływu na wysklepienie stopy [19].

Z drugiej strony w innych badaniach oceniających dużą grupę dzieci w wieku przedszkolnym i wczesnoszkolnym uzyskano niepokojąco duży odsetek wyników świadczących o nieprawidłowościach w budowie stóp [20,21]. Bac i wsp. [20] badający dzieci w wieku od 3-12 lat u ponad połowy zdiagnozowali występowanie zaburzeń w budowie stóp. Borzecki i wsp. [21] podkreślają, że programy edukacyjne dla uczniów dotyczące wad postawy są niewystarczające i niezadowolające. Jednak trudno powiedzieć czy te wyniki są rzetelne, ponieważ oparto je na analizie kart zdrowia, a nie wiemy jakich narzędzi badawczych użyto do oceny budowy stóp [21]. Z kolei Maciałczyk-Paprocka i wsp.

[22], którzy badali dzieci w wieku przedszkolnym, u jedynie 18,1% badanych dzieci nie stwierdzili odchyłań od norm postawy. Najwięcej problemów odnaleziono w ukształtowaniu sklepienia stopy. Autorzy zwracają uwagę na potrzebę większego zaangażowania w organizację zajęć gimnastyki korekcyjnej dla dzieci w przedszkolu. Według Pawlaczyk i wsp. [23] również rodzice nie posiadają wystarczającej wiedzy potrzebnej do korygowania dzieci. Opiekunowie największą uwagę zwracają na ustawienie głowy i pleców zaniehbując prawidłową pracę stóp. O sygnałach ostrzegawczych dla rodziców lub innych osób mających kontakt z dzieckiem pisze w swoim artykule Mosaiczuk [24]. Rodzice powinni zwracać uwagę na to: czy ich dziecko szybko się męczy, czy pojawia się ból łydek i stóp, czy występuje mała wydolność biegowa i skoczna, czy dziecko niechętnie uczestniczy w zajęciach ruchowych. Są to informacje ważne, ponieważ umożliwiają wykrycie nieprawidłowości jeszcze przed ujawnieniem się widocznych zniekształceń [24]. Nieprawidłowa budowa stóp u dzieci ma negatywny wpływ na prawidłową postawę ciała. Może między innymi powodować przeciążenie kręgosłupa i przyczynić się do powstawania trwałych zmian w układzie ruchu [25,26,27]. Inni badacze zwracają uwagę na gorszą sprawność fizyczną dzieci, u których stwierdzono wady postawy. W badaniach Cieplik i wsp. [28] dzieci z płaskostopiem uzyskały najslabsze wyniki w testach sprawności fizycznej. Podobne wyniki uzyskano w badaniach Furgał i Adamczyk [29]. Zgodnie z przeprowadzonymi przez nich badaniami codzienna aktywność fizyczna przekłada się bezpośrednio na poprawę sklepienia podłużnego i poprzecznego stopy. Mimo, że w ich grupie badawczej wyniki pomiaru kąta Clarke'a i wskaźnika Wejsfloga kształtowały się w granicach normy, to dzieci mało aktywne uzyskiwały niższe wartości pomiarów. W artykule nie zostały ujęte badania dynamiczne [29]. Z drugiej strony obserwujemy ciągły spadek aktywności fizycznej wśród dzieci [30], który w połączeniu ze złymi nawykami żywieniowymi może prowadzić do otyłości [31,32].

Porównanie skuteczności i przydatności badania statycznego i dynamicznego dla oceny funkcjonalnej stopy jest rzadko spotykanym aspektem diagnostycznym. Artykuły obecne w polskiej literaturze branżowej zwykle skupiają się wokół wycinka tego tematu, a nie na całości. Janiszewska i wsp. badali postawę ciała u dzieci w podobnym wieku, jak grupa badawcza w niniejszej pracy. Autorzy przeprowadzili komputerowe badanie postawy używając techniki Moire, która umożliwia ocenę zarówno statyczną, jak i dynamiczną. Opublikowane przez nich wyniki jednak charakteryzują się bardzo małą szczegółowością w kwestii zbadanych parametrów stopy, w artykule nie umieszczono również zróżnicowania wyników na te pochodzące z oceny statycznej i te z oceny dynamicznej. Kolejną kwestią jest brak podejścia do badań i ich wyników pod kątem funkcjonalnym. Autorzy dali jednak

wyraźny sygnał o częstotliwości występowania opisanych w artykule wad postawy z wadami stóp włącznie, choć brakuje weryfikacji adekwatności tych doniesień w najmłodszej grupie badanych [12]. Z kolei Trzcńska i Olszewska skupiły się na porównaniu stopnia rozwoju sklepienia stopy w dwóch grupach wiekowych: 7-10 lat oraz 14 lat. Na bazie plantokonturogramów wykreślono kąt Clarke'a i kąt piętowy, które następnie poddano analizie. Autorki sugerują, że podwyższony wśród małych chłopców odsetek stóp o charakterze spłaszczonym należy traktować jako prawidłowość rozwojową. Badaczki nie zawarły jednak w swojej pracy badań dynamicznych, ani interpretacji wyników pod kątem funkcjonalnym [15]. Metody diagnostyczne zostały przedstawione w artykule pt.: „Ocena przydatności klinicznej badania plantokonturograficznego i pedobarograficznego” w diagnostyce płaskostopia autorstwa Szczygła i wsp. Autorzy porównują pomiary pozyskiwane ze zwykłego plantokonturogramu i z pedobarogramu. Wnioski z ich pracy stwierdzają jednoznacznie, że dokładniejsze i bardziej wiarygodne z klinicznego punktu widzenia są komputerowe badania pedobarograficzne [33]. Rolę pedobarografii zaznaczają też w swojej innej pracy Szczygieł i wsp. skupiając się na porównywaniu dzięki niej głównych punktów nacisku między stopami zdrowymi a spłaszczonymi [34]. Natomiast Świdowska podkreśla zalety stosowania platform tensometrycznych i analizy komputerowej wyników, nie zapomina jednak o ogromnej roli tradycyjnych metod diagnostycznych z podoskopią na czele [35].

W pracach porównawczych, w których celem jest ocena dwóch rodzajów badań celem wyłonienia skuteczniejszego warunkiem podstawowym jest taki dobór parametrów i sposób przeprowadzania testów, aby badanie było rzetelne, wystandaryzowane i znormalizowane [36]. W niniejszej pracy cechy takiego badania zostały osiągnięte. Wykorzystano popularne, stosowane przez wielu autorów pomiary, które wykonane zostały z największą dbałością o dokładność i rzetelność [37]. W toku przeprowadzonych badań udowodniono, że wartość diagnostyczna obu typów procedur badawczych jest różna, choć z obu czerpać można potrzebne informacje.

Ocena funkcjonalna wymaga od badającego, by rozpatrywał wszystkie znane sobie informacje pod kątem wypełniania przez badany organ swojej pełnej funkcji. Badanie statyczne ukazuje wydolność stopy jako organu podporowego. Można dzięki niemu zaobserwować strefy nacisku podeszwy na podłoże, dokonać podstawowych pomiarów liniowych i kątowych, umożliwiających ocenę sklepienia podłużnego i poprzecznego stopy podczas obciążeń statycznych. Jednak ważniejszą funkcją stopy jest jej rola w lokomocji jako aparatu amortyzacyjnego. Do uzyskania pełnego obrazu sprawności stopy we wszystkich

aspektach jej czynności odwołać się należy do wyników badania dynamicznego, które obrazuje pracę stopy w fazie podporu podczas chodu.

W zależności od badanego parametru różnica wyników między badaniem statycznym a badaniem dynamicznym była zaznaczona w różnym stopniu. Najmniejsze rozbieżności zaobserwowano w przypadku pomiarów długości i szerokości stopy, zmiany nie przekraczały 10% długości zmierzonej podczas badania statycznego. Większe różnice, przekraczające 20% pomiarów pozyskanych w badaniu statycznym, uzyskano w pomiarach kątowych oraz w badaniu wskaźnika wysklepienia Ky. Wielkości te wskazywały na ukształtowanie palców i sklepienia podłużnego oraz poprzecznego stopy.

Do oceny funkcjonalnej mogą też posłużyć obliczone różnice między wynikami badań statycznych i dynamicznych. Obserwacja bezpośredniej zmiany ułatwia interpretację pewnych zjawisk, prowadząc do lepszego zrozumienia stanu funkcjonalnego badanej stopy.

W toku badań potwierdziły się założenia pracy. Badaniem lepiej odwzorowującym stan czynnościowy stopy jako organu podporowo-amortyzacyjnego było badanie dynamiczne. Jednakże badanie statyczne stopy jest również wystarczającym narzędziem do przeprowadzenia pełnowartościowej diagnozy.

Piśmiennictwo:

1. Malinowski A., Strzałko J. (red.). *Antropologia*. PWN. Warszawa – Poznań 1985.
2. Bochenek A., Reicher M. *Anatomia Człowieka. Tom I: Anatomia ogólna, kości, stawy i więzadła, mięśnie*. PZWL. Warszawa 2007.
3. Zembaty A. (red.). *Kinezyterapia. Tom I: Zarys podstaw teoretycznych i diagnostyka kinezyterapii*. Wydawnictwo Kasper. Kraków 2002.
4. Kutzner – Kozińska M. *Korekcja wad postawy*. Wydawnictwo Szkolne i Pedagogiczne. Warszawa 1981.
5. Kasperczyk T. *Wady postawy ciała: Diagnostyka i Leczenie*. Wydawnictwo Kasper. Kraków 1994.
6. Kotecka – Nociński M., Płukarz H. *Stopy płaskie u dzieci: gimnastyka lecznicza*. PZWL. Warszawa 1980.
7. Dega W. (red.) *Ortopedia i Rehabilitacja. Tom I*. PZWL. Warszawa 1983.
8. Nowotny J. (red.). *Podstawy Fizjoterapii. Część I: podstawy teoretyczne i wybrane aspekty praktyczne*. Wydawnictwo Kasper. Kraków 2004.
9. Dega W., Milanowska K. (red.). *Rehabilitacja Medyczna*. PZWL. Warszawa 1983.

10. Walaszek R., Kasperczyk T., Magiera L. Diagnostyka w kinezyterapii i masażu. Biosport. Kraków 2007.
11. Gawron A., Janiszewski M. Płaskostopie u dzieci - częstość występowania wady a wartości masy i wzrostu odniesione do siatki centylowej. Med. Sport. 2005; 21(2): 111-122.
12. Janiszewska R. i wsp. Nieprawidłowości postawy ciała u dzieci 6-12-letnich - uczniów z szkół podstawowych z Radomia - badania pilotażowe. Probl. Hig. Epidemiol. 2009; 90 (3): 342-346.
13. Lisis P. i wsp. Związki ruchomości stopy w płaszczyźnie strzałkowej z wysklepieniem łuku podłużnego u dzieci w wieku 6 lat. Post. Rehabil. 1997; 11 (1): 89-95.
14. Mikołajczyk E., Jankowicz-Szymańska A. Wpływ otłuszczenia na wysklepienie stóp i ukształtowanie kończyn dolnych u 7-latków. Fizjoterapia. 2010; 18 (2): 10-20.
15. Trzcńska D., Olszewska E. Cechy plantograficzne stóp dzieci i młodzieży w różnych okresach rozwojowych. Post. Rehabil. 2006; 20 (1): 47-53.
16. Walczak M., Napiontek M. Stopa płaska statyczna dziecięca - kontrowersyjny temat. Chir. Narz. Ruchu. 2003; 68 (4): 261-267.
17. Głowacki M., Misterska E. Wady postawy u dzieci - problem przeceniany czy niedoceniany? Fam. Med. Prim. Care Rev. 2009; 11 (3): 605-608.
18. Snela S. Komentarz do artykułu pt. Warianty chodu i budowy kończyn dolnych u dzieci. Jeszcze norma czy już patologia? Med. Prakt. Pediatr. 2010; (5): 74-75.
19. Walicka-Cupryś K., Ćwirlej A., Domka-Jopek E., Kuźdzał A. Ocena wysklepienia stóp dzieci przedszkolnych przed i po gimnastyce korekcyjnej. Med. Sport. 2006; 22 (4): 208-214.
20. Bac A., Woźniacka R., Szaporów T. Ocena ilości i rodzaju wad stóp w stosunku do stóp prawidłowo wysklepionych u dzieci w wieku przedszkolnym i wczesnoszkolnym. Fam. Med. Prim. Care Rev. 2008; 10 (4): 1278-1282.
21. Borzecki A., Sobieszek-Dziuba U., Sałaga-Pylak M., Sieklucka M. Wady postawy u dzieci w wieku szkolnym. Problemy wieku dojrzewania. Cz. 1. Zdrowie młodzieży. Probl. Hig. 2000; (68): s.119-123.
22. Maciałyzyk-Paprocka K. i wsp. Postawa ciała dzieci w wieku przedszkolnym. Probl. Hig. Epidemiol. 2011; 92 (2): 286-290.
23. Pawlaczyk B., Drózdź Z., Adamska R., Perek J. Działania profilaktyczne i terapeutyczne wobec dzieci i młodzieży z wadami postawy. Pielęg. Pol. 2003; (2): 148-151.

24. Mosiczuk A. Zapobieganie płaskostopiu w wieku przedszkolnym. *Rehabil. Prakt.* 2012; (3): 12-19.
25. Krupicz B. Wady stóp: biomechanika, diagnostyka, leczenie. Wyd. Politechniki Białostockiej; Białystok 2008: 23-34.
26. Wilczyński J. Korekcja wad postawy człowieka. Wydawnictwo Anthropos. Starachowice 2005: 311-314.
27. Pauk J., Derlatka M. Antropometria stopy płasko-koślawej. Modelowanie inżynierskie. Gliwice 2009; 38: 153-159.
28. Cieplik M., Faustmann I., Hagner W., Lewandowski A. Sprawność fizyczna dzieci szkolnych z wadami postawy. *Kwart. Ortop.* 2006; (1): 5-12.
29. Furgał W., Adamczyk A. Ukształtowanie sklepienia stopy u dzieci w zależności od poziomu aktywności fizycznej. *Med. Sport.* 2008; 24 (5): 311-317.
30. Chalcarz W., Merkiel S., Pach D., Lasak Ż. Charakterystyka aktywności fizycznej poznańskich dzieci w wieku przedszkolnym. *Med. Sport.* 2008; 5(6), Vol. 24:318-329.
31. Przybylska D. Otyłość i nadwaga w populacji rozwojowej. *Hygeia Public Health* 2012; 47(1): 28-35.
32. Woynarowska B. Otyłość. W: Uczniowie z chorobami przewlekłymi. Jak wspierać ich rozwój, zdrowie i edukację. Woynarowska B. (red.). Wydawnictwo Naukowe PWN; Warszawa 2010:179-193.
33. Szczygieł E., Golec E., Mazur T. Ocena przydatności klinicznej badania plantokonturograficznego i pedobarograficznego w diagnostyce płaskostopia. *Kwart. Ortop.* 2007; (1): 43-52.
34. Szczygieł E. i wsp. Analiza porównawcza dystrybucji nacisków na powierzchni podeszwy stóp prawidłowo wysklepionych oraz stóp płaskich. *Prz. Lek.* 2008; 65 (1): 4-7.
35. Świdarska K. Badanie stóp – innowacyjne metody diagnostyczne. *Rehabilitacja.* 2012; 6: 64-67.
36. Puszczalowska-Lizis E. Ocena rzetelności pomiarowej oryginalnych wskaźników plantograficznych. *Prz. Med. Uniw. Rzesz.* 2010; 8 (2): 176-181.
37. Puszczalowska-Lizis E. Trafność doboru wskaźników do oceny ukształtowania stopy w świetle analizy czynnikowej. *Ortop. Traumatol. Rehabil.* 2012; 14 (1): 61-70.