

Ewa Puszczałowska-Lizis

Ocena rzetelności pomiarowej oryginalnych wskaźników plantograficznych

Z Instytutu Fizjoterapii Wydziału Medycznego Uniwersytetu Rzeszowskiego

Wstęp: Każdą metodę badawczą, będącą sposobem uzyskania określonych parametrów (informacji), umożliwiającym klasyfikację wyników badań, powinny charakteryzować: obiektywizm, trafność, rzetelność, standaryzacja i normalizacja.

Cel pracy: Ocena rzetelności pomiarowej oryginalnych wskaźników plantograficznych, służących do oceny: wysklepienia podłużnego stopy (wskaźnik głębokości wysklepienia podłużnego stopy: W_{gwp}) oraz proporcji stopy (wskaźnik tęgości stopy: T_s , wskaźnik długościowo-szerokościowy stopy: W_{d-sz}).

Materiał i metoda badań: Badaniami objęto losowo dobraną grupę 60 studentów Uniwersytetu Rzeszowskiego, w tym 30 kobiet i 30 mężczyzn w wieku 21-26 lat. Odbitki plantograficzne stóp wykonano techniką niebrudzącą, przyrządem pomysłu Ślęzyńskiego. Plantogramy opracowano sposobem proponowanym przez autorkę. Rzetelność pomiarową badanych wskaźników oszacowano na podstawie wartości współczynników α -Cronbacha oraz współczynników korelacji test-retest. Analizy statystyczne przeprowadzono przy użyciu programu Microsoft Excel pakietu Office firmy Microsoft oraz programu STATISTICA 8.0 firmy StatSoft.

Wnioski: Proponowane wskaźniki plantograficzne spełniają kryterium rzetelności wyników pomiarowych, w związku z czym po zweryfikowaniu pozostałych kryteriów określających stopień doskonałości narzędzi badawczych mogą być stosowane w badaniach przekrojowych

Słowa kluczowe: rzetelność pomiarowa, plantografia, wskaźnik głębokości wysklepienia podłużnego stopy, wskaźnik tęgości stopy, wskaźnik długościowo-szerokościowy stopy

Assessment of the measurement reliability of plantography indexes

Background: Each research method which is a way to obtain specific parameters (information), enable the classification of the obtained results, should be characterized by: objectivity, accuracy, reliability and standardization.

Aim: Assessment reliability of measurement the original indicators proposed by the author plantographical indices to assess the longitudinal arch of foot (index of depth of the longitudinal arch of the foot : W_{gwp}) and foot proportions (corpulence index of the foot: T_s , length and width index of the foot: W_{d-sz}).

Material and methods: The study included 60 randomly selected students of the University of Rzeszow, including 30 women and 30 men at age 21-26. Plantographical footprints were made by non-marking technique, instrument idea by Ślęzyński. Plantograms developed in way suggested by the author. Reliability of measurement examined indicators was estimated on the basis of coefficients values α -Cronbach and correlation coefficients test-retest reliability. Statistical analysis were conducted by using Microsoft Office Excel and STATISTICA 8.0 program made by StatSoft.

Conclusions: Proposed plantographical indices meet the criteria of reliability of the measurement results, therefore, after having reviewed the other criteria for determining the degree of excellence of research tools can be used in cross-sectional studies.

Key words: reliability measurements, plantography, index of depth of the longitudinal arch of the foot, corpulence index of the foot, length and width index of the foot

WSTĘP

Każdą metodę badawczą, będącą sposobem uzyskania określonych parametrów (informacji), umożliwiającą klasyfikację uzyskanych wyników badań, powinny charakteryzować: obiektywizm, trafność, rzetelność, standaryzacja i normalizacja [1]. Obiektywizm powinien gwarantować uzyskiwanie w miarę jednorodnych wyników w próbach prowadzonych przez różne osoby, przy założeniu, że stan obiektu pomiędzy badaniami nie ulegnie zmianie. Trafność oznacza stopień adekwatności pomiaru, a więc zgodność treści, które test mierzy, z tym, co w założeniu miał zmierzyć, przy redukcji jak największej liczby innych komponentów. Bardzo przydatna w tym względzie może być metoda analizy czynnikowej, która pozwala na zredukowanie dużej liczby zmiennych do kilku wzajemnie nieskorelowanych czynników lub składowych głównych, bez istotnej straty zawartych w nich informacji [2]. Rzetelność (jednorodność spójność wewnętrzną, homogeniczność), jest to kryterium informujące „w założeniu” o wielkości błędu pomiaru, a więc o stabilności wyników badań realizowanych przez tę samą osobę w określonych odstępach czasu. Tylko jej wysoki poziom pozwala sądzić, że przyjęta w pomiarach próba spełnia właściwą rolę jako narzędzie badawcze. Standaryzacja oznacza procedurę postępowania w trakcie badania, określa ogólne warunki badania [1, 2, 3]. Normalizacja pozwala na łatwą interpretację wyników. Kryterium to jest spełnione wówczas, jeżeli został ustalony układ odniesienia w postaci norm opracowanych na podstawie badań reprezentatywnych dla danej populacji [1, 2, 3, 4].

CEL PRACY

Ocena rzetelności pomiarowej oryginalnych wskaźników plantograficznych służących do oceny wysklepienia podłużnego stopy (wskaźnik głębokości wysklepienia podłużnego stopy: W_{gwp}) oraz proporcji stopy (wskaźnik tęgości stopy: T_s , wskaźnik długościowo-szerokościowy stopy: W_{d-sz}).

MATERIAŁ I METODA BADAŃ

Badaniami objęto losowo dobraną grupę 60 studentów Uniwersytetu Rzeszowskiego, w tym 30 kobiet i 30 mężczyzn w wieku 21–26 lat.

Odbitki plantograficzne stóp wykonano techniką niebrudzącą, przyrządem pomysłu Ślęzyńskiego [5]. Plantogramy opracowano sposobem proponowanym przez autorkę.

W celu wyznaczenia wskaźnika głębokości wysklepienia podłużnego stopy (W_{gwp}), prowadzono styczną do przyśrodkowego brzegu odbitki stopy, a następnie zaznaczano punkt Y, który stanowił punkt zetknięcia stycznej przyśrodkowej z brzegiem przodostopia (mtt – *metatarsale tibiale*) oraz punkt Z, który stanowił punkt zetknięcia stycznej przyśrodkowej z brzegiem pięty (po stronie przyśrodkowej plantogramu). Od połowy odcinka YZ prowadzono prostopadle odcinek WX w kierunku przyśrodkowego brzegu odbitki stopy (ryc. 1).

Wskaźnik W_{gwp} określa iloraz długości odcinka WX przez długość odcinka YZ pomnożony przez 100:

$$W_{gwp} = \frac{WX}{YZ} \cdot 100$$

W celu wyznaczenia wskaźnika tęgości stopy (T_s), zaznaczano punkty: mtt (*metatarsale tibiale*: najdalej wysunięty punkt w obrębie głowy I kości śródstopia) i mtf (*metatarsale fibulare*: najdalej wysunięty punkt w obrębie głowy V kości śródstopia), które następnie łączono odcinkiem S, stanowiącym szerokość przodostopia. Na plantogramie zaznaczano również dwa najdalej wysunięte punkty na przyśrodkowej i bocznej krawędzi pięty, które łączono odcinkiem S_p , stanowiącym szerokość odbitki pięty (ryc. 2). Wskaźnik T_s określa iloraz długości odcinka S przez długość odcinka S_p :

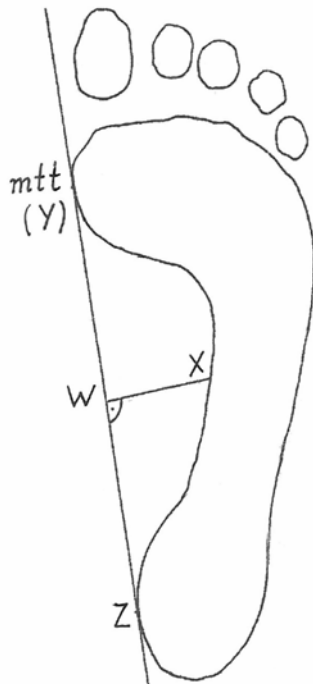
$$T_s = \frac{S}{S_p}$$

W celu wyznaczenia wskaźnika długościowo-szerokościowego stopy (W_{d-sz}) zaznaczano najdalej wysunięte punkty w obrębie odbitki pięty i opuszki najdłuższego palca, a następnie łączono je odcinkiem D, stanowiącym długość odbitki stopy (ryc. 3). Wskaźnik W_{d-sz} określa iloraz długości odcinka D przez długość odcinka S_p , stanowiącego szerokość pięty:

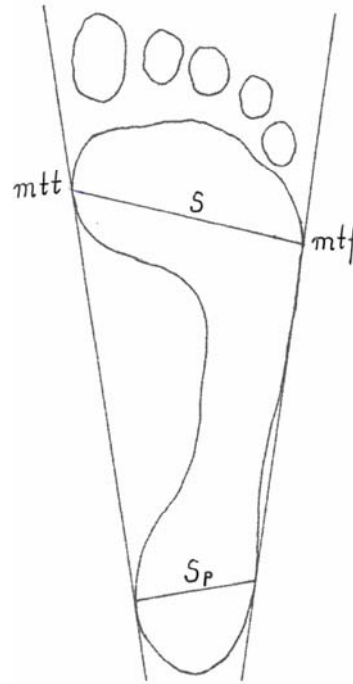
$$W_{d-sz} = \frac{D}{S_p}$$

Rzetelność wyników badań uzyskanych przez zastosowanie własnych wskaźników plantograficznych, a więc sposób, w jaki wyniki korelują ze sobą oraz z wynikiem ogólnym oszacowano za pomocą współczynnika α -Cronbacha [6].

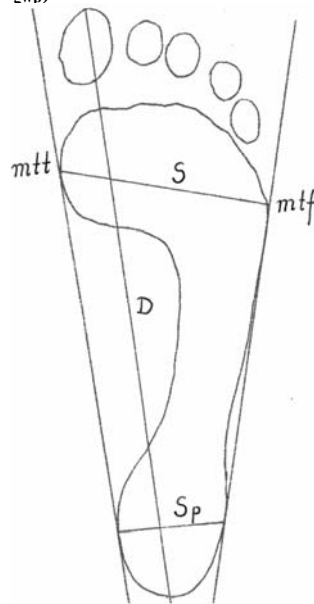
Powtarzalność, inaczej stopień, w jakim wyniki dwóch różnych badań, przeprowadzonych przez tę samą osobę, z zastosowaniem tego samego narzędzia pomiarowego są wolne od błędu



RYC. 1. Sposób wyznaczania własnego wskaźnika głębokości wysklepienia podłużnego stopy (W_{gwp})
FIG. 1. The way of appointing the own index of depth of the longitudinal arch of the foot (W_{gwp})



Ryc. 2. Sposób wyznaczania własnego wskaźnika tęgości stopy (T_s)
Fig. 2. The way of appointing the own index corpulence of the foot (T_s)



RYC. 3. Sposób wyznaczania własnego wskaźnika długościowo-szerokościowego stopy (W_{d-sz})
FIG. 3. The way of appointing the own length and width index of the foot (W_{d-sz})

losowego, oszacowano na podstawie wartości współczynników korelacji test-retest (*ang. test-retest reliability*). Przeprowadzono dwukrotne pomiary poszczególnych cech plantograficznych, w odstępie jednego tygodnia [2, 7]. Na podstawie zgromadzonych danych obliczono wskaźnik korelacji retestowej (r_{tt}). Ogólnie przyjmowane kryteria rzetelności (powtarzalności testów) są następujące:

$0,95 \leq r_{tt} \leq 1,0$ rzetelność doskonała

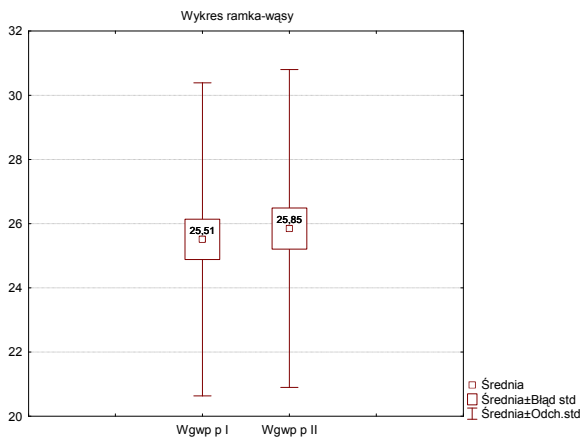
$0,90 \leq r_{tt} \leq 0,94$ rzetelność dobra
 $0,80 \leq r_{tt} \leq 0,89$ rzetelność dopuszczalna
 $0,70 \leq r_{tt} \leq 0,79$ rzetelność bardzo słaba
 $0,60 \leq r_{tt} \leq 0,65$ rzetelność wątpliwa [2].

W badaniach przyjęto, że dana procedura pomiarowa (narzędzie plus technika jego zastosowania) jest rzetelna, jeżeli $r_{tt} \geq 0,80$ [2].

Na podstawie obliczonych wskaźników korelacji retestowej (r_{tt}) oszacowano błąd standardowy pomiaru, według następującej formuły [8]:

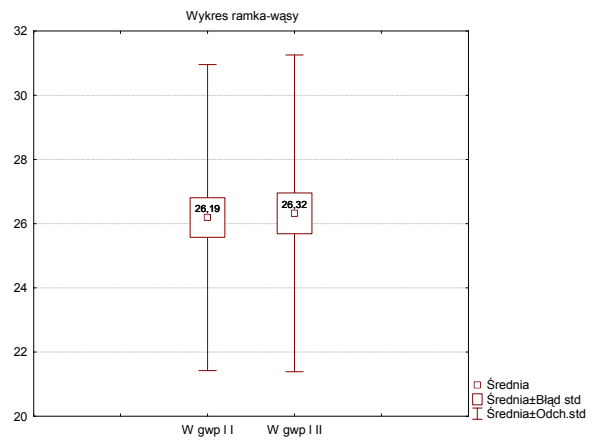
TABELA 1. Wartości współczynników α -Cronbacha i współczynników korelacji retestowej badanych cech plantograficznych
TABLE 1. Coefficients of reliability α -Cronbacha and test-retest reliability for the measurement plantography indexes

Cecha		Współczynnik α -Cronbacha ($p < 0,05$)	Współczynnik korelacji retestowej (r_{tt}) ($p < 0,05$)
Wskaźnik głębokości wysklepienia podłużnego stopy (W_{gwp})	stopa prawa	0,991326	0,982906
	stopa lewa	0,989339	0,979468
Wskaźnik tęgości stopy (T_s)	stopa prawa	0,955796	0,915470
	stopa lewa	0,957573	0,920169
Wskaźnik długościowo-szerokościowy stopy (W_{d-sz})	stopa prawa	0,976430	0,956880
	stopa lewa	0,948570	0,902175



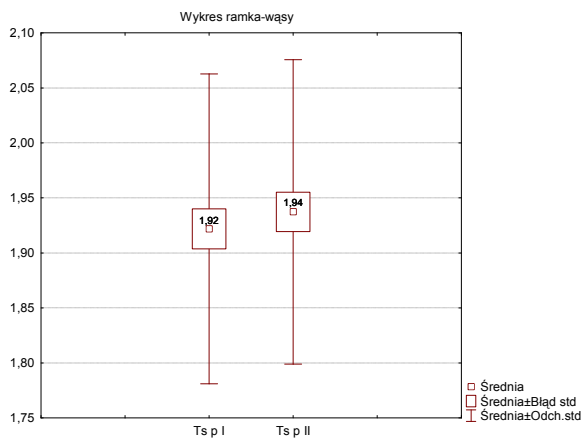
Poziom istotności: $\alpha=0,05$ Przedział ufności: 0,95

RYC. 4. Porównanie wartości średnich arytmetycznych wskaźnika W_{gwp} stopy prawej w obu pomiarach
FIG. 4. Comparison of the mean arithmetic values of W_{gwp} index of the right foot in both measurements



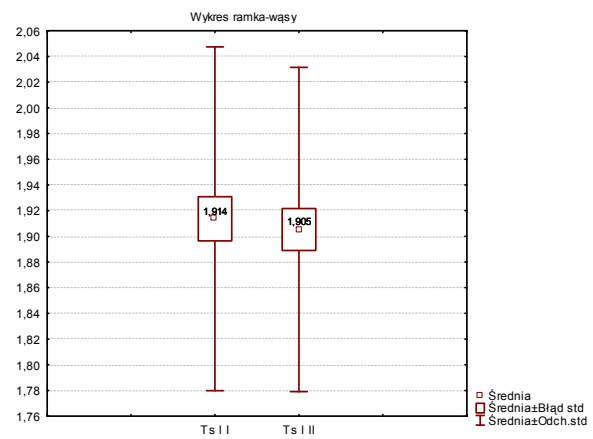
Poziom istotności: $\alpha=0,05$ Przedział ufności: 0,95

RYC. 5. Porównanie wartości średnich arytmetycznych wskaźnika W_{gwp} stopy lewej w obu pomiarach
FIG. 5. Comparison of the mean arithmetic values of W_{gwp} index of the left foot in both measurements



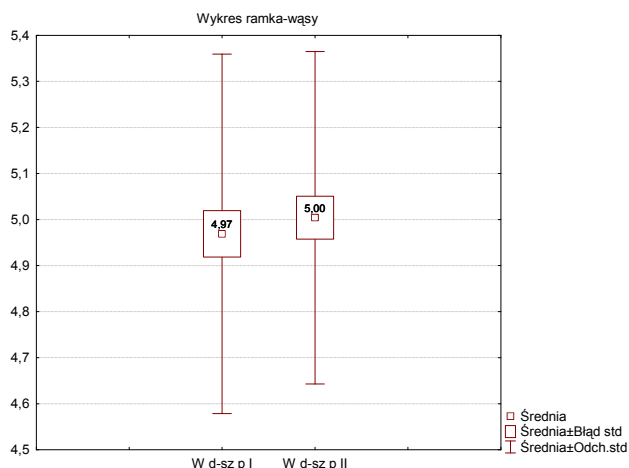
Poziom istotności: $\alpha=0,05$ Przedział ufności: 0,95

RYC. 6. Porównanie wartości średnich arytmetycznych wskaźnika T_s stopy prawej w obu pomiarach
FIG. 6. Comparison of the mean arithmetic values of T_s index of the right foot in both measurements



Poziom istotności: $\alpha=0,05$ Przedział ufności: 0,95

RYC. 7. Porównanie wartości średnich arytmetycznych wskaźnika T_s stopy lewej w obu pomiarach
FIG. 7. Comparison of the mean arithmetic values of T_s index of the left foot in both measurements



Poziom istotności: $\alpha=0,05$ Przedział ufności: 0,95

RYC. 8. Porównanie wartości średnich arytmetycznych wskaźnika W_{d-sz} stopy prawej w obu pomiarach
FIG. 8. Comparison of the mean arithmetic values of W_{d-sz} index of the right foot in both measurements

$$S_{EM} = SD_t \sqrt{1-r_{tt}}$$

gdzie:

S_{EM} – błąd standardowy pomiaru (*standard error measure*)

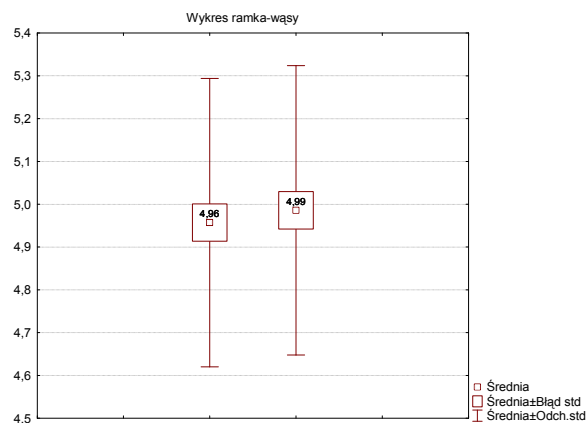
SD – odchylenie standardowe (*standard deviation*)

Analizy statystyczne przeprowadzono przy użyciu programu Microsoft Excel pakietu Office firmy Microsoft oraz programu STATISTICA 8.0 firmy StatSoft.

WYNIKI

W tab. 1 zamieszczono wartości współczynników α -Cronbacha oraz współczynników korelacji retestowej (r_{tt}) dla poszczególnych cech plantograficznych, tj. wskaźnika głębokości wysklepienia podłużnego stopy (W_{gwp}) oraz dwóch wskaźników proporcji: wskaźnika tęgości stopy (T_s) i wskaźnika długościowo-szerokościowego stopy (W_{d-sz}), dla obu stóp. Z danych tych wynika, że wartości współczynników α -Cronbacha wyniosły od 0,95 do 0,99, a więc osiągnęły poziom wysokiej rzetelności.

Współczynniki korelacji *test-retest* z interwałem tygodniowym wahały się od $r_{tt} = 0,90$ do $r_{tt} = 0,98$ ($p < 0,05$). I tak współczynniki korelacji retestowej (r_{tt}) dla wskaźnika głębokości wysklepienia podłużnego stopy W_{gwp} w przypadku obu stóp wyniosły po 0,98, a więc osiągnęły poziom rzetelności doskonałej. W przypadku wskaźnika tęgości stopy (T_s) wartości współczynników r_{tt} kształtowały się na poziomie 0,92 (rzetelność dobra), natomiast dla wskaźnika długościowo-szerokościowego stopy (W_{d-sz}) osiągnęły poziom 0,96: stopa prawa i 0,90:



Poziom istotności: $\alpha=0,05$ Przedział ufności: 0,95

RYC. 9. Porównanie wartości średnich arytmetycznych wskaźnika W_{d-sz} stopy lewej w obu pomiarach
FIG. 9. Comparison of the mean arithmetic values of W_{d-sz} index of the left foot in both measurements

stopa lewa (tab. 1). Uzyskane wyniki wskazują na stabilność badanych narzędzi pomiarowych.

Na ryc. 4 do ryc. 9 porównano statystyki opisowe dla poszczególnych cech plantograficznych pomiędzy pomiarami. Dane zamieszczone na rycinach 4–9 wskazują na niewielkie różnice wartości średnich arytmetycznych, odchyłeń standardowych, oraz wielkości błędu standardowego pomiędzy pomiarami.

DYSKUSJA

Ocena prawidłowości ukształtowania stóp ma istotne znaczenie z punktu widzenia profilaktyki i korekcji deformacji stóp osób w różnym wieku. Mnogość i interdyscyplinarność metod diagnostycznych wskazuje na złożoność takiej oceny. Do stałego monitorowania stanu stóp, zwłaszcza w badaniach przesiewowych, szczególnie przydatne są metody łatwe w zastosowaniu, nieinwazyjne i mało kosztowne, a jednocześnie spełniające warunki obiektywizmu, trafności, rzetelności, standaryzacji i normalizacji. Plantografia jest bez wątpienia metodą prostą, niewymagającą dużych nakładów finansowych, w związku z czym wielokrotnie znajdowała zastosowanie w badaniach diagnostycznych. Przegląd publikacji dotyczących oceny stóp tą metodą wskazuje na rozbieżności dotyczące częstości występowania deformacji stóp, co zdaniem niektórych autorów podyktowane jest brakiem norm dla stóp prawidłowych, niezajomością rozwoju stopy w ontogenezie, różnym metodologicznym podejściem do badań [9, 10], ale być może również brakiem danych na temat rzetelności wskaźników plantograficznych.

Dlatego dla potrzeb badań przesiewowych istnieje potrzeba ujednoczenia oceny oraz określenia sposobu klasyfikacji deformacji stóp.

Autorka proponuje nowy wskaźnik do oceny wysklepienia podłużnego stopy. Uważa również, że dla wzbogacenia wiedzy na temat budowy stóp, istotne znaczenie może mieć stosowanie wskaźników proporcji stopy (wskaźnik tęgości stopy (T_s) i wskaźnik długościowo-szerokościowy (W_{d-sz}), które w sposób pośredni mogą wskazywać na stan wysklepienia podłużnego i poprzecznego lub pomogą ustalić, kiedy stopy są płaskie, a kiedy zagrożone płaskostopiem. Mogą także być przydatne dla ustalenia, jakie relacje proporcji stóp są najkorzystniejsze dla prawidłowego ich wysklepienia.

Ocenę rzetelności pomiarowej oryginalnych wskaźników plantograficznych przeprowadzono na podstawie plantogramów stóp osób dorosłych, będących w okresie dojrzałości somatycznej. Badania wykazały, że proponowane wskaźniki charakteryzują się wysoką rzetelnością pomiarową. Wysokie wartości współczynników: α -Cronbacha i korelacji retestowej wskazują, że pomiary przeprowadzone przy ich zastosowaniu były wystarczająco dokładne, a więc dały możliwość uzyskania stałych i powtarzalnych wyników. W związku z powyższym, po zweryfikowaniu pozostałych kryteriów określających stopień dokładności narzędzi badawczych mogą być stosowane w badaniach przekrojowych.

WNIOSKI

Proponowane wskaźniki plantograficzne służące do oceny wysklepienia podłużnego stopy (wskaźnik głębokości wysklepienia podłużnego stopy: W_{gwp}) oraz proporcji stopy (wskaźnik tęgości stopy: T_s , wskaźnik długościowo-szerokościowy stopy: W_{d-sz}) spełniają kryterium rzetelności wyników pomiarowych, w związku z czym po zweryfikowaniu pozostałych kryteriów określają-

cych stopień doskonałości narzędzi badawczych mogą być stosowane w badaniach przekrojowych.

PIŚMIENNICTWO

1. Kasperczyk T., Walaszek R.: *Przydatność metod punktowania w ocenie wad postawy ciała*, Red. J. Nowotny, *Wady postawy ciała u dzieci i młodzieży*, WSA Bielsko-Biała 2009: 57–63.
2. Szopa J., Mleczko E., Żak S.: *Podstawy antropomotoryki*. PWN Warszawa 2000: 175.
3. Lizis P.: *Kształtowanie się wysklepienia łuku podłużnego stopy i problemy korekcji płaskostopia u dzieci i młodzieży w wieku rozwojowym*, AWF Kraków 2000: 57.
4. Bowling A.: *Research Methods in Health. Investigating Health and Health Services*, Buckingham – Philadelphia 2002: 54–62.
5. Śliżyński J.: *Przyrząd własnej konstrukcji do odbitek pantograficznych*, AWF Katowice 1986; 14: 159–165.
6. Anastasi A., Urbina S.: *Testy psychologiczne*, PTP Warszawa 1999: 134–141.
7. Ryguła I.: *Proces badawczy w naukach o sporcie*, AWF Katowice 2004: 252–257.
8. Ferguson G. A., Takane Y.: *Analiza statystyczna w psychologii i pedagogice*, PWN Warszawa 1997: 56–58.
9. Kudasiewicz M., Kasperczyk T., Szmigiel Cz., Lizis P.: *Kryteria oceny wysklepienia stopy w rozwoju ontogenetycznym dzieci i młodzieży*, (red.) J. Śliżyński, *Rozwój fizyczny i motoryczny oraz postawa ciała dzieci i młodzieży niepełnosprawnej*, AWF Katowice 1991: 215–221.
10. Demczuk E.: *Porównanie częstości występowania płaskostopia u dzieci na podstawie wybranych metod oceny plantokonturogramu*, *Fizjoterapia* 1993; 1 (2): 24–27.

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

Praca wpłynęła do Redakcji: 7 maja 2010
Zaakceptowano do druku: 14 czerwca 2010