Wpływ zastosowanej metody badawczej na częstość występowania wad postawy

The influence of applied research methods on the frequency of the appearance of abnormal spinal curvatures

Justyna Drzał-Grabiec¹, Katarzyna Walicka-Cupryś¹,
Aleksandra Truszczyńska²

¹Instytut Fizjoterapii Uniwersytetu Rzeszowskiego

²Akademia Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego w Warszawie, Wydział Rehabilitacji

Streszczenie

Wstęp: Częstość występowania wad postawy jest różna zależnie od przyjętej metody, badacza i przyjętych norm. Celem pracy jest porównanie częstotliwości występowania wad postawy ciała wykrytych inklinometrem mechanicznym oraz metodą projekcyjną Moire'a niezależnie od przyjętych norm oraz wpływ przyjętych norm na otrzymaną diagnozę.

Materiał i metody: Do badań włączono 96 dzieci (48 chłopców i 48 dziewczynek) w wieku 9-lat. U każdego z badanych wykonano pomiar przednio-tylny kręgosłupa inklinometrem mechanicznym „Baseline” oraz metodą fotogrametryczną.

Wyniki: Wyniki pomiarów kątów α , β , γ różnią się istotnie w badanych grupach ($p=0,017$). Diagnozę z badania fotogrametrycznego i inklinometrycznego cechuje niska zgodność (25,0-37,2%). Podobnie w przypadku porównania diagnozy z badania fotogrametrycznego z zastosowaniem dwóch różnych kryteriów, zgodność diagnozy wynosi 9,5-42,3%, w przypadku pleców płaskich (93,5%).

Wnioski: 1. Częstość wykrywania wad postawy jest uzależniona od przyjętej metody badawczej. 2. Rodzaj wykrytej wady jest zależny od przyjętych norm nawet w obrębie jednej metody badawczej.

Słowa kluczowe:

postawa ciała, metoda fotogrametryczna, inklinometr

Abstract

Introduction: The frequency of the appearance of abnormal spinal curvatures is different, depending on the adopted method, the researcher and the adopted norms. The aim of the study is to compare the frequency of the appearance of abnormal spinal curvatures of the body, detected with the mechanical inclinometer and the Moire method, irrespectively of the adopted norms and their influence on the received diagnosis.

Material and methods: 96 subjects were involved in the examinations (48 boys and 48 girls at the age of 9). Each tested child had the anterior-posterior spine curvatures examined, with the use of the photogrammetric method and the mechanical inclinometer.

Results: Results of measurements of the α , β , γ angles differ significantly in the examined groups ($p=0,017$). The diagnosis from the photogrammetric examination and the inclinometer is characterised by a low unanimity (25,0-37,2%). Similarly in case of comparing the diagnosis from the photogrammetric examination, applying two various criteria, the agreement amounts to 9,5-42,3 %, in case of the flat back (93,5%).

Conclusions: 1. The frequency of the detection of abnormal spinal curvatures will depend on the applied research method 2. The kind of the detected defect is based on the accepted norms even within one research method.

Key words: | body posture, photogrammetric method, inclinometer

Wstęp

Wad postawy w wieku rozwojowym ocenia się na 50-60% populacji według opracowania polskich ekspertów przy Ministrze Zdrowia z 2009 roku [1]. Najczęściej są to wadliwe postawy nawykowe, które w znacznym stopniu wpływają na zwiększenie w populacji grupy osób z wadami postawy. Wśród dzieci często obserwuje się odchylenia w kształcie kręgosłupa w płaszczyźnie strzałkowej prowadzące do nieprawidłowych typów postawy ciała [2,3]. Zainteresowanie pomiarem krzywizn przednio-tylnych wynika z ich istotnej roli w utrzymaniu właściwej statyki ciała, wpływie na parametry kinematyczne oraz sprawność krążeniowo-oddechową [4].

Celem pracy było porównanie częstotliwości występowania wad postawy ciała w płaszczyźnie strzałkowej w badaniu inklinometrem mechanicznym oraz metodą projekcyjną Moire'a (MPM) niezależnie od przyjętych norm oraz wpływ przyjętych norm na otrzymaną diagnozę.

Materiał i metody

Do badań włączono 96 dzieci (48 dziewczynek, 48 chłopców) w wieku 9 lat ze szkół podstawowych Rzeszowa. Dyrektorzy Szkół, Rodzice oraz sami pacjenci wyrazili zgodę na badanie postawy oraz wykorzystanie wyników do badań naukowych. Badania wykonano za

zgodą Komisji Bioetycznej przy Wydziale Medycznym Uniwersytetu Rzeszowskiego (uchwała nr 3/09/2009).

U każdego z badanych dokonano pomiaru krzywizn przednio-tylnych kręgosłupa inklinometrem mechanicznym (IM) „Baseline” oraz metodą fotogrametryczną. Badania wykonywano w tym samym dniu, bezpośrednio po sobie. Badanie fotogrametryczne oraz badanie inklinometryczne wykonano w pozycji habitualnej (nawykowej), przed przystąpieniem do badania na plecach pacjenta oznaczono punkty antropometryczne pomocnicze do wykonania pomiaru i przeprowadzenia analizy.

Inklinometr mechaniczny „Baseline” wykorzystuje zjawisko wyrównywania poziomu cieczy w naczyniach połączonych. Warunkiem poprawności wykonywanych pomiarów jest wyzerowanie przyrządu względem pionu oraz obserwacja pomiaru prostopadłe do urządzenia (Ryc.1).

Metoda fotogrametryczna wykorzystuje fizyczne zjawisko Moire'a. Pomiar wykonuje się w stałej (nie większej niż 2,6 m) odległości od kamery w warunkach półmroku, które uzyskujemy przez zaciemnienie pomieszczenia. Obraz obserwowany jest przez kamerę cyfrową i przetwarzany przez raster na mapę warstwicową. Przestrzenny obraz pleców badanej osoby zapisywany jest w pamięci komputera. Opracowanie uzyskanych danych pomiarowych sprowadza się do zaznaczenia na ekranie monitora punktów antropometrycznych odpowiadających punktom zaznaczonym na ciele pacjenta.

Ryc.1. Sposób wyznaczania badanych parametrów w badaniu inklinometrycznym [źródło własne]

Fig.1. Method of appointing tested parameters [own source]

Program automatycznie przelicza poszczególne parametry [5,6,7,8] (Ryc.2).

Ryc.2. Plecy osoby badanej z mapą warstwicową

Fig. 2. Back of a test subject with contour map

W pierwszym etapie badań porównano kąty α , β , γ u badanych pacjentów mierzone metodą fotogrametryczną i inklinometryczną. W drugim etapie na podstawie dokonanych pomiarów ustalono diagnozę oraz porównano zgodność tej diagnozy w obu badaniach. W trzecim etapie porównano diagnozę w badaniu fotogrametrycznym ustaloną na podstawie dwóch różnych norm oraz jej zgodność.

Wartości normatywne zastosowane w pracy:

Według Zeyland-Malawki (N-II) [9]:

- Nachylenie odcinka lędźwiowo-krzyżowego kręgosłupa α $9^\circ - 13^\circ$
- Nachylenie odcinka piersiowego dolnego kręgosłupa β $11^\circ - 15^\circ$
- Nachylenie odcinka piersiowego górnego kręgosłupa γ $8^\circ - 12^\circ$

według Mrozkowiaka (N-I) [10]:

- Kąt lordozy lędźwiowej (KLL) $152^\circ - 162^\circ$

- Kąt kifozy piersiowej (KKP) $146^\circ - 156^\circ$ (sposób obliczania kątów przedstawia rycina 3).

Ryc. 3. Sposób wyliczania kątów wg metodyki Moire'a

Fig. 3. The method of calculating the angles according to the Moire methodology

Metody statystyczne

W pracy wykorzystano Test Kolmogorowa-Smirnowa sprawdzający zgodność próby z rozkładem normalnym oraz Test t-Studenta dla zmiennych zależnych (powiązanych) - test ten wykorzystano do porównania średnich w seriach wyników uzyskanych w obu metodach.

Wyniki

W porównaniu wartości kątów α , β , γ w badanej grupie stwierdzono różnice istotne statystycznie ($p=0,017$) pomiędzy pomiarem wykonanym inklinometrem, a pomiarem uzyskanym w badaniu fotogra-

Tab.1. Porównanie kątów α , β , γ badaniu fotogrametrycznym i inklinometrycznym

Tab.1. Comparison of the α , β , γ angles in the photogrammetric and the inclinometer method

Miara statystyczna	Inklinometr kąt α	Metoda Moire'a kąt α	Inklinometr kąt β	Metoda Moire'a kąt β	Inklinometr kąt γ	Metoda Moire'a kąt γ
Średnia wartość cechy (kąta)	14,5	12,9	14,3	8,3	24,6	10,8
Odchylenie standardowe	5,5	12	5,0	5,8	6,3	5,9
Minimum	0	0	0	0	8	0
Maksimum	34	67,8	30	28,9	44	26,4
t-Studenta $p<0,017$	2,4		14,6		32,3	

metrycznym. Największe rozbieżności stwierdzono w przypadku kąta γ (Tab.1).

Porównując zgodność diagnozy z badania inklinometrycznego i fotogrametrycznego sporządzonej na podstawie dwóch różnych norm (N-I i N-II) stwierdzono niską zgodność w obu przypadkach. Zgodność diagnoz waha się 0 do 74,7% w przypadku pleców płaskich. Wyniki te dotyczą obu metod według dwóch przyjętych norm (Tab.2).

W porównaniu diagnozy z badania fotogrametrycznego ustalonej na podstawie dwóch przyjętych w pracy norm zgodność jest równie niska jak poprzednio, za wyjątkiem pleców płaskich, gdzie wynosi 93% (Tab.3).

Dyskusja

Wyniki badań własnych wykazały istotne różnice w badanych parametrach pomiędzy pomiarem fotogrametrycznym i inklinometrycznym. Niską zgodność

dotyczyła diagnozy z badania fotogrametrycznego i inklinometrycznego według obydwu przyjętych norm. Równie niską zgodność (za wyjątkiem pleców płaskich) stwierdzono wykorzystując dwie różne normy dla określenia rodzaju wady w badaniu fotogrametrycznym.

Zarówno fotogrametria jak i badanie inklinometryczne są często wykorzystywane do badań przesiewowych w celu wykrycia wad postawy, jednak obydwa badania obarczone są błędami, które mogą w sposób istotny wpływać na wyniki. W obydwu metodach występowały problemy w wyznaczeniu punktów antropometrycznych koniecznych do wykonania pomiaru, błąd ten szacuje się na ± 5 mm w obu metodach. Kolejnym istotnym aspektem była dokładność przeprowadzania badań oraz doświadczenie osoby badającej. W badaniu inklinometrycznym staranność ta polegała na prawidłowej kalibracji urządzenia oraz odpowiednim przyłożeniu narzędzia badawczego. W badaniu fotogrametrycznym istotne jest wypoziomowanie urządze-

Tab.2. Porównanie diagnozy postawionej na podstawie wyników IM, z diagnozą postawioną na podstawie MPM w zależności od przyjętej normy

Tab.2. Comparing a diagnosis made on the basis of the results IM with a diagnosis made based on MPM depending on the adopted norm

I N K L I N O M E T R	Diagnoza		Metoda projekcyjna Moire'a											
			Norma		Plecy okrągłe		Plecy wklęsłe		Plecy wklęsło-okrągłe		Plecy płaskie		% zgodności	
		liczba	N-I	N-II	N-I	N-II	N-I	N-II	N-I	N-II	N-I	N-II	N-I	N-II
	Norma	21-100%	0	0	4,8	14,3	28,6	47,6	9,5	9,5	57,4	28,6	0	0
	Okrągłe	27-100%	11,1	0	3,7	25,9	11,1	25,9	0	22,2	74,1	25,9	3,7	25,9
	Wklęsłe	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Wklęsło-okrągłe	5-100%	0	20	20	20	40	60	0	0	40	0	0	0
	Płaskie	43-100%	7,1	0	2,3	25,6	16,3	16,3	0	20,9	74,4	37,2	74,4	37,2

Tab.3. Porównanie diagnozy postawionej na podstawie MPM w zależności od przyjętych wartości normatywnych

Tab.3. Comparison a diagnosis made based on MPM depending on the adopted norm

Diagnoza			Metoda projekcyjna Moire'a (N-I)					
			Norma	Plecy okrągłe	Plecy wklęsłe	Plecy okrągło-wklęsłe	Plecy płaskie	% zgodności
Metoda projekcyjna Moire'a (N-II)		liczba						
	Norma	1	-	-	-	-	100	0
	Pl. okrągłe	21	9,5	9,5	-	-	81	9,5
	Pl. wklęsłe	26	-	3,8	42,3	3,8	50	42,3
	Pl. o-w	17	11,8	-	35,3	5,9	47,1	5,9
	Pl. płaskie	31	-	3,2	3,2	-	93,5	93,5

nia za pomocą znajdujących się na kamerze poziomic. Kolejnym możliwym błędem jest nieprawidłowe pozycjonowanie punktów antropometrycznych na ekranie komputera. Zależy to od doświadczenia operatora, rozdzielczości ekranu w poszczególnych płaszczyznach, wielkości plamki świetlnej oraz kontrastu zaznaczonych punktów. W badaniu z zastosowaniem inklinometru mechanicznego może dochodzić do błędu granicznego, w jego skład wchodzi takie składniki jak niepewność związana ze zjawiskiem paralaksy czy występowania menisku cieczy w rurce pomiarowej $\pm 2^\circ$. Wymienione przyczyny oraz wiele innych błędów, które również mogą zdarzyć się podczas wykonywania badania powoduje rozbieżność w pomiarach tych samych parametrów. Nawet jeżeli badacz nie popełni żadnych z wyżej wymienionych błędów nieścisłości mogą pojawić się w przypadku zastosowania różnych kryteriów stwierdzających postawę prawidłową bądź jej wadę. Zależnie od przyjętych kryteriów ocenia się różne parametry i przyjmuje różne ich wartości normatywne, co również w istotny sposób różnicuje diagnozę [11].

W dotychczasowych badaniach autorzy wielokrotnie porównywali różnego rodzaju metody oceny postawy ciała, jak dotąd wśród tych badań nie było badań porównujących badanie fotogrametryczne i badanie inklinometryczne. W badaniach Kuźdżał i współautorzy z wykorzystaniem aparatury Metrecom System i metody inklinometrycznej 30 dzieci obojga płci w wieku 12 lat nie stwierdzono istotnych różnic w pomiarach kąta kifozy piersiowej i kąta lordozy lędźwiowej [12]. Scott i Dangerfield porównywali korelację między metodą fotogrametryczną, radiologiczną i skoliometrem Bunnella przy ocenie skrzywienia kręgosłupa w trzech pozycjach: stojącej, siedzącej i w leżeniu przodem. Zgodność wyników kąta rotacji tułowia pomiędzy metodą fotogrametryczną, a oceną skoliometrem zaobserwowano w pozycji leżącej w 60%, w pozycji siedzącej w 26%, a pozycji stojącej tylko w 14%. Stwierdzono natomiast istotną statystycznie korelację pomiędzy pomiarami radiologicznymi kąta skrzywienia i kątem rotacji tułowia mierzonym skoliometrem [13]. Pruijs i współautorzy podczas badań przesiewowych w szkołach holenderskich badali zgodność pomiarów kąta asymetrii grzbietu (inaczej kąta rotacji tułowia) dla trzech metod: metody fotogrametrycznej, radiologicznej oraz przy użyciu skoliometru Pruijsa. Materiał stanowiła grupa 3069 dzieci w wieku od 10 do 14 lat. W teście Adamsa z wykorzystaniem skoliometru Pruijsa stwierdzili asymetrię grzbietu u 1931 dzieci (63%). Te same dzieci poddano badaniu fotogrametrycznemu. Zgodność wyników dwóch metod potwierdzono badaniem radiologicznym tylko u 671 dzieci (34%) [14]. W badaniach Saad i współautorzy porównujących wartość kąta Cobb'a w badaniu foto-

grametrycznym i rentgenowskim wykazano zbieżność otrzymanych wyników [15]. Kolejnym potwierdzeniem zgodności badania fotogrametrycznego z badaniem rentgenowskim jest praca tego samego zespołu autorów porównująca kąt kifozy piersiowej i kąt lordozy lędźwiowej w obydwu badaniach [16]. Podobne badania przeprowadził Leroux i Zabijek, u 124 pacjentów porównywano wyniki pomiaru kifozy piersiowej i lordozy lędźwiowej metodą radiologiczną i fotogrametryczną. Do badań użyto aparatu opartego na technice stereovideografii. Wyniki uzyskane w/w metodami wskazują na ich wysoką korelację; dla kifozy piersiowej współczynnik korelacji wynosił 0.89, natomiast dla lordozy lędźwiowej był nieco niższy wynosił 0.84 [17]. Van Maanen i współautorzy [18] and Lunes i współautorzy [19] potwierdzają rzetelność fotogrametrii jako metody oceny postawy ciała, a Braun i Amundson [20] ocenili fotogrametrie jako dobra metodę oceny postawy ciała.

Przytoczone badania porównywały wartości liczbowe parametrów charakteryzujących kształt krzywizn przednio-tylnych. Nie informowały natomiast o zgodności diagnozy. W dostępnej literaturze nie znaleziono badań dotyczących wpływu tych różnic na rozpoznanie wady postawy. Jedynymi badaniami porównującymi diagnozę uzyskaną w trakcie dwóch różnych badań były badania Drzał-Grabiec i współautorzy według których zgodność badania fotogrametrycznego i lekarskiego wynosiła tylko 27% [21]. Dotychczas nie prowadzono również badań które przedstawiałyby wpływ zastosowanych norm na rozpoznanie wady postawy.

W problematyce postawy ciała i wad postawy wciąż pozostało wiele do zrobienia. Brakuje jednoznacznych i aktualnych norm, które można zastosować do badanej populacji i ujednoliconych kryteriów według których można rozpoznać konkretną wadę postawy bądź jej brak.

Zależnie od autora stosowane są różne parametry do określenia kształtu krzywizn przednio-tylnych. Wielu badaczy rozpoczynało próby stworzenia obiektywnych norm, jednak jak pokazują badania jest to zadanie trudne i czasochłonne, aby stworzyć grupę jednorodną i reprezentatywną, tak aby opracowane normy wykorzystywać do całej populacji. Ponadto należałoby wybrać i zweryfikować parametry, które najdokładniej obrazują kształt krzywizn przednio-tylnych i dla nich opracować wartości normatywne. W przypadku płaszczyzny czołowej stosujemy zwykle jeden parametr (kąt Cobb'a), dzięki czemu mamy możliwość stworzenia ujednoliconego podziału skolioz według tego właśnie parametru, takiej możliwości nie mamy dla postawy w płaszczyźnie strzałkowej z uwagi na dużą liczbę parametrów opisujących krzywizny przednio-tylne.

Wyniki badań własnych pokazują, że nie ma możliwości porównywania częstości występowania poszcze-

gólnych wad postawy i wielkości wybranych parametrów opisujących postawę ciała mierzonych różnymi metodami w badaniach różnych autorów. Metody, takie jak fotogrametria których dokładność była wielokrotnie udowodniana i weryfikowana w porównaniu z badaniem rentgenowskim [13, 15, 16, 18, 19, 20]. Jednak jak wykazały wyniki badań własnych nie wszystkie badania potwierdzają tą zgodność. Każda z metod oceny postawy ciała ma swoją wartość w diagnostyce, ale ma także niedoskonałości, które powodują obarczanie jej dużym błędem pomiarowym. Istotą badań porównujących różnego rodzaju metody oceny postawy ciała jest stwierdzenie czy istnieje możliwość porównywania wyników i diagnoz uzyskiwanych w pomiarach różnymi metodami przez różnych badaczy, ale również znalezienie nieinwazyjnej metody oceny postawy ciała, która wykazywałaby jak najwyższą powtarzalność tak aby można stosować ją w badaniach przesiewowych.

Należy jednak pamiętać, że zarówno metody diagnostyczne wykorzystane w badaniach własnych, jak i pozostałe metody badające zniekształcenia kręgosłupa wykorzystując pomiar zewnętrzny są tylko pierwszym etapem diagnostycznym. W przypadku dzieci u których zauważono niepokojące objawy wymagają uzupełnienia badaniem klinicznym lub skierowania na badanie rentgenowskie [21].

Wnioski

1. Częstość wykrywania wad postawy jest uzależniona od przyjętej metody badawczej.
2. Rodzaj wykrytej wady jest zależny od przyjętych norm nawet w obrębie jednej metody badawczej.
3. Porównywanie wyników oceny postawy ciała różnymi metodami obarczone jest błędem.
4. Porównanie oceny postawy ciała tą samą metodą, ale przyjmując różne normy daje rozbieżne wyniki.

Piśmiennictwo

1. Górecki A, Kiwerski J, Kowalski IM, Marczyński W, Nowotny J, Rybicka M, et al. Profilaktyka wad postawy u dzieci i młodzieży w środowisku nauczania i wychowania – rekomendacje ekspertów. *Pol Ann Med* 2009;16(1):168-177.
2. Kendall FP, McCreary EK, Provance PG, Rodgers MM, Romani WA. *Muscles Testing and Function With Posture and Pain*. 5th ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins; 2005.
3. Czaprowski D, Pawłowska P, Gębicka A, Sitarski D, Kotwicki T. Powtarzalność, zgodność i rzetelność pomiaru krzywizn przednio-tylnych kręgosłupa z wykorzystaniem inklinometru cyfrowego Saundersa *Ortop Traumatol Rehab* 2012; 14(2):145-154.
4. Kluszczyński M, Czernicki J, Kubacki J. Ocena plurimetryczna zmian skrzywień kręgosłupa w płaszczyźnie strzałkowej w 10 letniej obserwacji u dzieci i młodzieży. *Post Rehab* 2013;27(2):5-12.
5. Bolach E, Barczyk K, Bolach B, Sipko T, Skolimowski J. Ocena wpływu tańca towarzyskiego na postawę ciała niewidomych dziewcząt. *Fizjoter Pol* 2007;7(1):80-86.
6. Drzał-Grabiec J, Szczepanowska-Wołowiec B. Weight-height ratios and parameters of body posture in 7-9-year-olds with particular posture types. *Ortop Traumatol Rehab* 2011;13(6):591-600.
7. Barczyk K, Skolimowski T, Hawrylak A. Kształtowanie się asymetrii tułowia u dzieci w młodszym wieku szkolnym. *Fizjoter Pol* 2004;4(3):203-208.
8. Grabara M. Dysfunkcje narządu słuchu a asymetria postawy ciała. *Fizjoter Pol* 2006;6 (2):121-125.
9. Zeyland-Malawka E. Wyniki pomiarów krzywizn kręgosłupa jako układu odniesienia w badaniu postawy ciała. *Fizjoter* 2003;11(3):5-12.
10. Mrozkowiak M. Komputerowe badanie postawy ciała. *Wychow Fiz Zdr* 2003;6-7:15-20.
11. Borek R, Sereda M, Stec W, Walicka-Cupryś K, Wilk G. Ocena wpływu niepewności danych pomiarowych na rezultat wnioskowania statystycznego o rozkładzie mierzonych cech antropometrycznych. *Zeszyty Naukowe Politechniki Rzeszowskiej. Elektrotechnika*. 2006;29:81-88.
12. Kuźdzał A, Szczygiel A, Ćwirlej A. Porównanie parametrów krzywizn kręgosłupa w płaszczyźnie strzałkowej mierzonych metodą antropostereometryczną i inklinometryczną. *Post Rehab* 2004;18(4):11-14.
13. Scott ND, Dangerfield PH, Dorgan JC. The relationship between surface and radiological deformity in adolescent idiopathic scoliosis: effect of change in body position. *Eur Spine J* 1996;5:85-90.
14. Pruijs JE, Keessen W, Van der Meer R. School screening for scoliosis: the value of quantitative measurement. *Eur Spine J* 1995;4(4):226-230.
15. Saad KR, Colombo AS, Amado João, S.M. Reliability and Validity of the Photogrammetry for Scoliosis Evaluation: a Cross-Sectional Prospective Study. *JMPT* 2009;32(6):423-430.
16. Saad KR, Colombo AS, Ribeiro AP, João SMA. Reliability of photogrammetry in the evaluation of the postural aspects of individuals with structural scoliosis. *J Body Mov Ther* 2012;16(2):210-216.
17. Leroux MA, Zabjek K. A noninvasive antropometric technique for measuring kyphosis and lordosis. *Spine* 2000;25(13):1689-1694.
18. Iunes D, Castro F, Salgado H, Moura I, Oliveira A, Bevilacqua-Grossi D. Intra and inter-examiner reliability and method repeatability of postural evaluation via photogrammetry. *Rev Bras Fisioter* 2005;9:327-334.
19. Van Maanen CJ, Zonnenberg AJ, Elvers JW, Oostendorp RA. Intra/interrater reliability of measurements on body posture photographs. *Cranio* 1996;14:326-331.
20. Braun BL, Amundson LR. Quantitative assessment of head and shoulder posture. *Arch Phys Med Rehabil* 1989;70:322-329.
21. Drzał-Grabiec J, Mrozkowiak M, Walicka-Cupryś K. Ocena postawy ciała z wykorzystaniem zjawiska mory projekcyjnej. *Wychow Fiz zdr* 2009;9:16-18.
22. Kowalski I, Kotwicki T, Siwik P. Analysis of diagnostic methods in trunk deformities in the developmental age. *Pol Ann Med* 2013;20(1):43-50.