Wpływ asymetrii łopatek na stabilność posturalną dzieci

Influence of scapulas asymmetry on children's postural stability

Justyna Rykała, Justyna Drzał –Grabiec, Justyna Podgórska, Sławomir Snela

Instytut Fizjoterapii Uniwersytetu Rzeszowskiego

Streszczenie

Wstęp: Asymetria morfologiczna jest rozumiana jako zakłócenie symetrii zewnętrznych kształtów ciała po obu stronach płaszczyzny pośrodkowej. Niewielkie odchylenia w postawie ciała nie wpływają w istotny sposób na prawidłowe funkcjonowanie organizmu, zaś odchylenia o znacznym nasileniu mogą stanowić zagrożenie dla prawidłowego funkcjonowania organizmu.

Celem pracy było określenie czy asymetria ustawienia łopatek wpływa na wartości wybranych parametrów przemieszczania środka nacisku stóp.

Material i metody: Do badań przystąpiło łącznie 180 dzieci w wieku 7-10 lat. Na podstawie przeprowadzonego badania fotogrametrycznego wyodrębniono grupę badaną, którą stanowiły dzieci z asymetrią łopatek rzędu 10-20 mm (grupa I: 30 osób). Do grupy porównawczej (grupa II) zakwalifikowano 30 losowo wybranych osób bez asymetrii łopatek. Następnie przy użyciu platformy stabilometrycznej, oceniono równowagę pozycji stojącej w próbie z oczami otwartymi. Oceniono 6 różnych parametrów ruchu środka nacisku stóp (COP).

Wyniki: Na podstawie analizy wyników przeprowadzonych badań nie wykazano istotnej statystycznie zależności pomiędzy asymetrią ustawienia łopatek a zaburzeniem równowagi.

Wnioski: U dzieci z niewielką asymetrią ustawienia łopatek, zachowanie się rzutu środka ciężkości ciała nie różni się w sposób istotny od analogicznych parametrów u dzieci nie wykazujących asymetrii. Płeć dzieci nie wpływa na zachowanie się rzutu środka ciężkości w pozycji stojącej.

Słowa kluczowe:

stabilność posturalna, asymetria tułowia, platforma stabilometryczna

Abstract

Introduction Morphological asymmetry is understood as a disruption of symmetry of external body shapes on both sides of the median plane. Slight deviations in body posture do not influence significantly on the proper body functioning, and a significant deviations may pose a threat to the proper functioning of the body.

Aim of this study was to determine whether the asymmetry of scapulas affects the values of selected parameters of movement of the feet pressure center.

Material and methods: 180 children (between the age of 7 and 10 years) participated in the study. The study group has been chosen based on photogrammetric study, which consisted of children with asymmetric scapulas sizes 10-20 mm (group I: 30 children). In the comparison group (group II) there was 30 randomly selected children qualified, without asymmetric scapula. Standing balance was assessed in the trial with eyes open, by using stabilometric platform. Six different motion parameters of center of pressure (COP) have been evaluated.

Results: The analysis of the results of the study showed no statistically significant correlation between asymmetry of scapula and balance worsening.

Conclusions: Among children with a small asymmetry of scapula, the behavior of the movement of center of pressure do not differ significantly from the analogous parameters among children showing no asymmetry. Gender of children doesn't affect the behavior of the movement of center of pressure.

Keywords: postural stability, asymmetry of the trunk, stabilometric platform

Wstęp

Pod pojęciem postawy ciała należy rozumieć sposób „trzymania się” człowieka w swobodnej pozycji stojącej [1,2]. Asymetria morfologiczna jest rozumiana jako zakłócenie symetrii zewnętrznych kształtów ciała po obu stronach płaszczyzny pośrodkowej [3]. Nieznaczna asymetria tułowia, powinna być raczej traktowana jako fizjologiczna odmienność symetrycznego tułowia. Niewielkie odchylenia w postawie ciała nie wpływają w istotny sposób na prawidłowe funkcjonowanie organizmu, choć w życiu dorosłym mogą stanowić przyczynę zmian zwyrodnieniowych i chorób kręgosłupa. Odchylenia o znacznym nasileniu prowadzą nie tylko do zaburzeń statyki postawy ciała, funkcji chodu czy funkcji kończyn dolnych, ale również stanowią zagrożenie dla prawidłowego funkcjonowania narządów wewnętrznych [4]. Obecnie, do badań postawy ciała, stosuje się szereg nowoczesnych metod opartych na specjalistycznej aparaturze. Jedną z nich jest metoda fotogrametryczna oparta na zjawisku mory projekcyjnej, umożliwiające obiektywne, nieinwazyjne badanie postawy ciała [5]. Postęp nastąpił także w metodach oceny parametrów równowagi. Oprócz stosowanych od dawna testów funkcjonalnych, do których należą między innymi: test Tinnetiego, Funkcjonalna Skala Równowagi Berga, czy Ocena Profilu Fizjologicznego [6,7,8], ocenę stabilności ciała możemy dokonać przy pomocy platformy stabilograficznej. Na podstawie uzyskanych parametrów program wylicza położenie środka nacisku stóp (COP, center of pressure), który w warunkach statycznych jest rzutem środka ciężkości ciała (COG) na płaszczyznę podparcia [9,10]. Utrzymanie pionowej postawy wymaga m.in. sprawnego funkcjonowania mechanizmów regulujących równowagę, natomiast nieprawidłowy układ ciała (np. asymetria tułowia), zmienia warunki zrównoważenia ciała i w ten sposób może wpływać na funkcjonowanie tych mechanizmów [11,12].

Celem pracy było określenie czy asymetria ustawienia łopatek wpływa na wartości wybranych parametrów przemieszczania środka nacisku stóp u dzieci w wieku 7-10 lat.

Materiał i metody

Badania przeprowadzono w Szkole Podstawowej w Rzeszowie. Do badań przystąpiło 180 dzieci w wieku 7-10 lat, których rodzice wyrazili pisemną zgodę. W badanej grupie było 75 dziewczynek (41,7%) oraz 105 chłopców (58,3%). Wstępna ocena postawy ciała (dokonana metodą oglądową) została przeprowadzona przez lekarza ortopeda. W ustawieniu dziecka bokiem obserwowano: ustawienie głowy i szyi, barków i łopatek, ukształtowanie krzywizn kręgosłupa, kształt brzucha i nóg. Badając postawę ciała z przodu i z tyłu zwracano uwagę na ułożenie głowy i szyi, barków i łopatek, wysklepienie klatki piersiowej, przebieg linii wyrostków kolczystych kręgosłupa, trójkątów taliowych, kolców biodrowych przednich górnych, kolan, budowę stopy. Podczas badania przebiegu linii kręgosłupa polecono dziecku podczas stania wykonać luźny skłon tułowia w przód. Badający oceniał również, czy u dziecka występuje postawa skoliozy. W badaniu ortopedycznym nie stwierdzono zmian w obrębie tułowia, kończyn górnych i dolnych. Badania wykonano w terminie kwiecień - czerwiec 2012.

W pierwszym etapie wykonano badanie postawy ciała, podczas którego analizowano różnicę wysokości kątów dolnych łopatek (UL). Do tego celu wykorzystano metodę fotogrametryczną, opartą na zjawisku mory projekcyjnej. Badanie wykonano według ogólnie przyjętych zasad [5,13,14]. Do pomiaru wykorzystano aparaturę do komputerowej oceny postawy ciała systemu MORA czwartej generacji firmy CQ Elektronik System. W celu zachowania stałych warunków, badanie przeprowadzono w tym samym, odpowiednio zaciemnionym pomieszczeniu (gabiniecie higienistki szkolnej). Badanie fotogrametryczne zostało przeprowadzone przez doświadczonego fizjoterapeutę. Przed rozpoczęciem badania oceniono wzrost dziecka za pomocą antropometru, następnie na plecach dzieci zaznaczono czarnym, zmywalnym markerem punkty anatomiczne: dolne kąty łopatek, wyrostki kolczyste kręgosłupa, kolce biodrowe tylne górne. Badany ustawiony był plecami do kamery (w odległości 2,6 m), w swobodnej pozycji stojącej. Przykładowe badanie przedstawia rycina 1.

Ryc. 1. Obraz tułowia badanego otrzymany w badaniu fotogrametrycznym

Fig. 1. Image of the trunk received from photogrammetric survey

Na podstawie wyniku badania fotogrametrycznego wyodrębniono grupę badaną (I), którą stanowiły dzieci z asymetrią łopatek rzędu 10-20 mm. Do grupy tej zakwalifikowano 30 osób: 11 dziewczynek, 19 chłopców. U pozostałych 150 dzieci nie stwierdzono asymetrii ustawienia łopatek. Spośród nich wybrano losowo 30 dzieci do grupy porównawczej (II). Doboru dokonano za pomocą opcji programu Statistica („losowanie bez powtórzeń”). Grupę porównawczą stanowiło: 14 dziewczynek oraz 16 chłopców. Dokładną charakterystykę badanych grup przedstawiono w tabeli 1.

W drugim etapie badania w obu grupach dokonano rejestracji parametrów równowagi (w próbie z oczami otwartymi), przy użyciu platformy stabilometrycznej CQStab2P w wersji dwupatformowej. Badani przyjmowali swobodną pozycję stojącą na platformie stabilometrycznej z kończynami górnymi opuszczonymi wzdłuż tułowia i stopami rozstawionymi na szerokość bioder. Próba trwała 30 sekund. Na podstawie przebiegu COP obliczono następujące wskaźniki stabilności:

- SP (*sway path*)- długość ścieżki całkowita liczona w obu osiach (2D)
- MA (*mean amplitude*) - średnie wychylenie (promień) COP (2D)
- MV (*mean velocity*) - średnia prędkość poruszania się punktu COP w osiach XY (2D)

- SA (*sway area*) - wielkość pola powierzchni zakreślonego przez COP
- LWAP - liczba wychyleń COP w osi Y
- LWML- liczba wychyleń COP w osi X

W kolejnym etapie poddano analizie statystycznej uzyskane parametry równowagi w grupie badanej i porównawczej.

Analizę statystyczną wyników wykonano za pomocą programu Statistica 10.0 PL. Porównano parametry równowagi w dwóch grupach. Ze względu na brak zgodności większości rozkładów z rozkładem normalnym (zweryfikowanych testem Shapiro-Wilka) zdecydowano się na wybór nieparametrycznego testu U Manna-Whitneya. Za poziom istotności statystycznej przyjęto $p < 0,05$. Dokonano także statystyk opisowych: obliczono średnią $[\bar{x}]$, odchylenie standardowe $[s]$ oraz medianę $[Me]$ dla grupy I i II.

Zweryfikowano również, czy występowały różnice między dziewczętami i chłopcami w badanych grupach. Ze względu na brak zgodności większości rozkładów z rozkładem normalnym (zweryfikowanych testem Shapiro-Wilka) zdecydowano się na wybór testu nieparametrycznego – testu U Manna-Whitneya (poziom istotności statystycznej: $p < 0,05$).

Wyniki

Wartości parametrów obliczonych z krzywych stabilogramów w obrębie obu badanych grup zestawiono w tabeli 2.

Na podstawie uzyskanych wartości, będących miarami opisującymi wielkości przemieszczeń krzywej stabilogramu, można porównać stabilność pionowej pozycji ciała badanych osób. Zaobserwowano, że występują różnice w wielkości amplitudy przemieszczeń COP pomiędzy badanymi grupami.

Wyniki dotyczące długości ścieżki COP uzyskane podczas badania przy oczach otwartych w obu grupach nie były znacząco zróżnicowane. Dzieci z asymetrią tułowia osiągnęły wyższe wartości całkowitej długości ścieżki przemieszczania się COP (średnio o 53,2 mm) niż dzieci bez asymetrii. Jednak wynik testu U Manna-Whitneya okazał się być nieistotny statystycznie ($p = 0,7674$). Podobnie przedstawia się zestawienie otrzymanych wartości średniego wychylenia COP (promienia). Wyższe wartości rozważanego parametru osiągnęły dzieci z grupy I, jed-

Tab. 1. Charakterystyka badanych grup dzieci

Tab. 1. Characteristics of the groups of children

	GRUPA BADANA I			GRUPA PORÓWNAWCZA II		
	$\bar{x}$	Me	s	$\bar{x}$	Me	s
wysokość ciała [cm]	130,7931	130	9,332659	131,7742	134	8,554569
masa ciała [kg]	29,38966	29	8,625558	29,16774	28,9	7,024452
wiek [lata]	8,275862	8	1,13063	8,225806	8	1,175009

Tab. 2. Wartości parametrów ruchu COP otrzymane w badanych grupach**Tab. 2.** COP movement parameters achieved in the study groups

ZMIENNE	GRUPA BADANA I			GRUPA PORÓWNAWCZA II			Z	p
	$\bar{x}$	Me	s	$\bar{x}$	Me	s		
SP [mm]	422,37	338,00	256,39	369,17	336,00	132,35	0,2957	0,7674
MA [mm]	6,96	4,75	6,32	4,85	4,45	2,70	0,7913	0,4287
MV [mm/s]	14,08	11,25	8,55	12,30	11,20	4,42	0,2662	0,7901
SA [mm ²]	1483,90	525,50	2516,33	691,13	505,00	652,82	0,5840	0,5592
LWAP	12,67	10,50	9,87	12,73	14,00	6,53	-0,9705	0,3318
LWML	16,60	13,50	11,23	17,33	15,50	12,58	-0,0814	0,9351

nak różnica między rozpatrywanymi grupami nie wykazała poziomu istotności statystycznej ($p=0,4287$).

Rozpatrując wartości średniej prędkości poruszania się COP w osiach XY, zaobserwowano, że u dzieci, u których występowała asymetria tułowia, są one wyższe. Podobnie jak w przypadku parametru SP oraz MA, wynik testu U Manna-Whitneya sytuuje się powyżej poziomu istotności statystycznej ($p=0,7901$).

Odrębna analiza parametrów stabilogramu dotyczyła wielkości pola powierzchni zakreślonego przez środek nacisku stóp. Dostrzega się wyraźne różnice pomiędzy wartościami otrzymanymi w obu grupach. Dzieci z asymetrią tułowia utrzymują swobodną pozycję pionową ciała na wyraźnie większym obszarze przemieszczeń punktu przyłożenia wypadkowej siły nacisku stóp na podłoże. Natomiast wyniki dzieci z prawidłową symetrią tułowia, charakteryzują się mniejszą oscylacją krzywej stabilogramu. Graficznie zobrazowano różnice w wartościach parametru SA na rycinie 2.

Ryc. 2. Wielkość pola powierzchni zakreślonego przez COP w badanych grupach**Fig. 2.** The size of the area circled by the COP in the study groups**Tab. 3.** Wartości parametrów ruchu COP otrzymane w grupie badanej z podziałem na płeć**Tab. 3.** COP movement parameters achieved in the study group according to gender

GRUPA I	DZIEWCZĘTA			CHŁOPCY			U	p
	$\bar{x}$	Me	s	$\bar{x}$	Me	s		
SP-EO [mm]	363,1	310,0	142,5	413,9	339,0	244,6	84,0	0,5208
MA-EO [mm]	5,7	5,1	2,8	6,8	3,7	6,7	83,0	0,4923
MV-EO [mm/s]	12,1	10,3	4,7	13,8	11,3	8,2	84,0	0,5208
SA-EO [mm ²]	1031,4	566,0	1448,4	1307,2	455,0	2342,4	92,0	0,7739
LWAP-EO	9,1	8,0	5,5	13,4	11,0	10,1	76,0	0,3175
LWML-EO	14,7	14,0	9,6	18,3	16,5	12,2	80,0	0,4120

Tab. 4. Wartości parametrów ruchu COP otrzymane w grupie porównawczej z podziałem na płeć**Tab. 4.** COP movement parameters achieved in the comparison group according to gender

GRUPA II	DZIEWCZĘTA			CHŁOPCY			U	p
	$\bar{x}$	Me	s	$\bar{x}$	Me	s		
SP-EO [mm]	405,4	351,0	159,1	337,5	312,5	98,1	89,0	0,3549
MA-EO [mm]	5,6	4,8	3,1	4,2	3,9	2,2	82,5	0,2237
MV-EO [mm/s]	13,5	11,7	5,3	11,2	10,4	3,3	89,0	0,3549
SA-EO [mm ²]	911,9	505,0	860,8	498,0	493,5	310,6	92,0	0,4232
LWAP-EO	13,9	16,0	6,3	11,8	12,0	6,8	86,5	0,2939
LWML-EO	17,9	18,0	10,5	16,8	12,5	14,5	93,0	0,4475

Analiza wyników dotyczących liczby wychyleń COP w osi Y oraz liczby wychyleń COP w osi X wskazuje, że parametry te kształtują się na zbliżonym poziomie. Różnice w wartościach tych parametrów pomiędzy badanymi grupami nie są istotne statystycznie.

Przeprowadzono również analizę wyników badań - zarówno w grupie badanej jak i porównawczej - z podziałem badanych ze względu na płeć (tabela 3,4). Analiza wyników badań nie potwierdziła występowania istotnie statystycznych różnic pomiędzy dziewczętami i chłopcami (uzyskane wartości w teście U Manna-Whitneya okazały się wyższe od przyjętego poziomu istotności statystycznej $p < 0,05$ czyli nieistotne statystycznie).

Dyskusja

Prawidłowa postawa ciała posiada charakterystyczne cechy. Należą do nich: symetryczne ustawienie głowy nad obręczą barkową, istnienie fizjologicznych krzywizn kręgosłupa w płaszczyźnie strzałkowej, proste ustawienie kręgosłupa w płaszczyźnie czołowej, prawidłowe wysklepienie klatki piersiowej - takie, aby jej przednia ściana była najdalej do przodu wysuniętą częścią ciała, stabilne podparcie miednicy na głowach kości udowych, proste ustawienie kończyn dolnych oraz prawidłowe wysklepienie stóp [1]. Ciało człowieka oglądane od przodu i od tyłu wydaje się być symetryczne. Jednak wnikliwa obserwacja postawy ciała zaprzecza temu złudnemu wrażeniu. Już we wczesnym okresie ontogenezy pojawiają się i stopniowo narastają liczne przejawy asymetrii. Dlatego też na równi z symetrią, asymetria określana jest często jako typowy i normalny objaw budowy ciała człowieka [15]. System kontroli równowagi obejmuje wiele struktur ośrodkowego układu nerwowego. W warunkach fizjologicznych informacje docierające z układu przedsionkowego, narządu wzroku oraz receptorów czucia głębokiego umożliwiają nam prawidłową orientację ciała w przestrzeni oraz utrzymanie równowagi [9, 16]. Organizm ludzki dąży do takiego umieszczenia ogólnego środka ciężkości, aby jego rzut padał na utworzony przez stopy czworobok podstawy, możliwie najbliższy jego środka. Każde wychylenie lub dodatkowe obciążenie jednej strony ciała powoduje przemieszczenie środka ciężkości, przez co wywołuje odruchowe wygięcie lub przesunięcie innej jego części, w stronę przeciwną, co przywraca względną równowagę, ale pogłębia asymetrię postawy.

W prezentowanych badaniach podjęto próbę określenia czy obecność niewielkich asymetrii tułowia wpływa na wartości wybranych parametrów przemieszczania środka nacisku stóp. Na podstawie analizy wyników przeprowadzonych badań nie wykazano istotnego związku między postawą ciała a wychwianiami posturalnymi. Dzieci z grupy badanej osiągnęły zbliżone

wartości parametrów równowagi do dzieci z grupy porównawczej. Można zatem sądzić, że niewielka asymetria ustawienia łopatek nie wpływa w sposób istotny na uzyskiwane parametry stabilometryczne. Brak związku pomiędzy wielkościami przemieszczeń krzywej stabilogramu i asymetrią morfologiczną tułowia zaobserwowali także Sipko i wsp. w badaniach 40 dzieci w wieku 7-8 lat [3]. Badania Kubisia oraz Był'a i Gray'a dowodzą, że pomimo wyrównawczych zmian w układzie ciała, nawet w przypadkach wyraźnej asymetrii, odchylenia rzutu środka ciężkości są niewielkie [17,18]. Również wyniki badań Wilczyńskiego dowodzą o braku istotnych zależności między typami postawy (plecy okrągłe, wklęsłe, płaskie) a reakcjami równoważnymi [19]. Można więc przypuszczać, że asymetria tułowia nie powoduje pogorszenia parametrów stabilogramu, będącego odzwierciedleniem stabilności postawy. Taki stan można tłumaczyć złożonym procesem regulacji równowagi u człowieka oraz zróżnicowanymi możliwościami kompensacyjnymi poszczególnych badanych. Ruchy korygujące zmianę położenia COP występują prawdopodobnie również w obrębie głowy, bioder, kończyn górnych i dolnych. Badanie cech asymetrii tylko w obrębie tułowia nie daje więc pełnego obrazu zmian zachodzących podczas procesu utrzymywania równowagi.

Przeciwnym danych dostarczają wyniki badań autorów [20,21,22,23], którzy wykazali, że osoby z idiopatyczną skoliozą charakteryzują się gorszą kontrolą stabilności postawy ciała w porównaniu z osobami zdrowymi. Według Alexandrova i wsp. prawidłowe utrzymywanie równowagi przez człowieka jest podstawową funkcją organizmu, zapewniającą złożoną sprawność motoryczną. Wszelkie zmiany patologiczne, które upośledzają działanie układu sterującego lub wykonawczego, znajdują swoje odbicie w stabilności ciała [24]. Wyniki niniejszych badań wydają się przeczyć powyższej teorii. Aczkolwiek, pomimo braku różnic istotnych statystycznie, analiza wyników badań własnych ujawniła tendencję do pogarszania parametrów równowagi u dzieci z niewielką asymetrią tułowia. Aby zweryfikować te zależności, wskazana jest zatem kontynuacja badań, realizowana na liczniejszej grupie i u osób z asymetrią różnego stopnia. Tak zaplanowane badania ujawniłyby nie tylko wpływ asymetrii na parametry charakteryzujące równowagę, ale również wpływ wielkości asymetrii na te parametry.

Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych badań zaobserwowano, że: niewielka asymetria łopatek u dzieci oraz płeć dzieci nie wpływają na zachowanie się rzutu środka ciężkości w pozycji stojącej.

Piśmiennictwo

1. Barczyk K, Skolimowski T, Anwajler J, Chamela-Bilińska D. Kształtowanie się cech somatycznych i parametrów krzywizn przednio-tylnych kręgosłupa w poszczególnych typach postawy ciała dzieci w wieku 7 lat. *Ortop Traumatol Rehabil* 2005;7(5):555-62.
2. Bolach B, Bolach E, Józefowski P. Ocena aktywności ruchowej i postawy ciała u młodzieży niedowidzącej. *Post Rehab* 2009;4:45-51.
3. Sipko T, Giemza Cz, Anwajler J. Przemieszczenie rzutu ogólnego środka ciężkości ciała w płaszczyźnie czołowej a wielkość asymetrii morfologicznej. *Fizjoterapia* 1995;3(1):30-2.
4. Rusek W, Pop T, Glista J, Skrzypiec J. Ocena postawy ciała u studentów w badaniu systemem ZEBRIS. *Prz Med Uniw Rzesz Inst Leków* 2010;3:277-88.
5. Saad KR, Colombo AS, Ribeiro AP, João SM. Reliability of photogrammetry in the evaluation of the postural aspects of individuals with structural scoliosis. *J Bodyw Mov Ther* 2012;16(2):210-6.
6. Hiengkaew V, Jitaree K, Chaityawat P. Minimal detectable changes of the berg balance scale, fugl-meyer assessment scale, timed "up & go" test, gait speeds, and 2-minute walk test in individuals with chronic stroke with different degrees of ankle plantarflexor tone. *Arch Phys Med Rehabil* 2012;93(7):1201-8.
7. Borowicz A, Wieczorowska-Tobis K. Ocena ryzyka upadku u osób starszych przebywających na oddziale rehabilitacyjnym. *Geriatrics* 2011;5:13-8.
8. Kostiukow A, Rostkowska E, Samborski W. Badanie zdolności zachowania równowagi ciała. *Ann Acad Med Siles* 2009;55(3):102-9.
9. Błaszczak W, Czerwoski L. Stabilność posturalna w procesie starzenia. *Gerontol Pol* 2005;13(1):25-36.
10. Sobera M. Charakterystyka procesu utrzymywania równowagi ciała u dzieci w wieku 2-7 lat. *Studia i Monografie Akademii Wychowania Fizycznego we Wrocławiu* 2010;97:1-116.
11. Cieśla W, Cieśla T, Nowotny J. Sprawność mechanizmów regulujących postawę ciała u dzieci i młodzieży ze skoliozami niskostopniowymi. *Fizjoter Pol* 2011;4(4):317-26.
12. Rutkowska I, Bednarczyk G, Skowroński W. Porównanie równowagi ciała w pozycji stojącej chłopców niewidomych i pełnosprawnych w wieku 6-16 lat. *Post Rehabil* 2010;2:29-35.
13. Drzał-Grabiec J, Snela S. The influence of rural environment on body posture. *Ann Agric Environ Med* 2012;19(4):846-50.
14. Fugiel J, Krynicka I. Wykorzystanie zjawiska mory do oceny kształtu kręgosłupa w płaszczyźnie czołowej. *Fizjoterapia* 2010;18(1):26-31.
15. Zeyland-Malawka E, Pretkiewicz-Abacjew E. Objawy asymetrii w postawie ciała dzieci i młodzieży – potencjalne zagrożenie pełnosprawności układu ruchu i zdrowia. *Now Lek* 2006;75(4):394-8.
16. Missaoui B, Portero P, Bendaya S, Hanktie O, Thoumie P. Posture and equilibrium in orthopedic and rheumatologic diseases. *Neurophysiol Clin* 2008;38(6):447-57.
17. Kubis W. Kompensacja liniowa i pozaliniowa w bocznych skrzywieniach kręgosłupa. W: *Korektywa i kompensacja w rozwoju młodzieży szkolnej*. Sport i Turystyka, Warszawa 1977:112-8.
18. Byl NN, Gray JM. Complex balance reactions in different sensory conditions: adolescents with and without idiopathic scoliosis. *J Orthop Res* 1993;11:215-27.
19. Wilczyński J. Typy postawy a średni punkt obciążenia – X i średni punkt obciążenia – Y u dzieci i młodzieży w wieku 12-15 lat. *Post Rehabil* 2010;1:21-7.
20. Chamela-Bilinska D, Zawadzka D, Sobera M, Mraz M. Stabilność ciała w pozycji stojącej dzieci z bocznym idiopatycznym skrzywieniem kręgosłupa. *Annales UMCS* 2005;60(16):218-21.
21. Nault ML, Allard P, Hinse S, Le Blanc R, Caron O, Labelle H, Sadeghi H. Relations between standing stability and body posture parameters in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2002;27:1911-7.
22. Silferi V, Rougier P, Labelle H, Allard P. Postural control in idiopathic scoliosis: comparison between healthy and scoliotic subjects. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 2004;90(3):215-25.
23. Haumont T, Gauchard GC, Lascombes P, Perrin PP. Postural instability in early-stage idiopathic scoliosis in adolescent girls. *Spine* 2011;36(13):E847-54.
24. Alexandrov AV, Frolov AA, Massion J. Movement strategies during forward upper trunk bending in terms of eigenvectors of human body biomechanics. *Gait & Posture* 1999; 9(1):7.