

## Postawa ciała w płaszczyźnie strzałkowej a średni punkt obciążenia stóp u dziewcząt i chłopców w wieku 12-15 lat

Body posture in the sagittal plane and the mean loading point among girls and boys aged 12 to 15 years

Nr DOI: 10.2478/v10109-010-0056-1

Jacek Wilczyński

Instytut Fizjoterapii Uniwersytetu Jana Kochanowskiego w Kielcach  
The Institute of Physiotherapy, Jan Kochanowski University, Kielce

### Streszczenie:

Celem badań była analiza związku między postawą ciała w płaszczyźnie strzałkowej a reakcjami równoważnymi wyrażonymi średnim punktem obciążenia (SPOX) i średnim punktem obciążenia (SPOY) u dzieci w wieku 12-15 lat. Badaniami objętych zostało 503 dzieci z wylosowanych uprzednio: Szkoły Podstawowej nr 13 i Gimnazjum nr 4 w Starachowicach. W badaniach postawy zastosowano technikę fotogrametrii przestrzennej wykorzystującą efekt mory projekcyjnej. Równowagę badano na platformie stabilograficznej. Wartość SPOX dla całej grupy badanych oscylowała od -0,86 (mm) przy OE do -2,49 (mm) przy CE. Różnica w teście Romberga 1,63 (mm). W postawie prawidłowej od -0,90 (mm) przy OE do -2,13 (mm) przy CE. Różnica w teście Romberga 1,23 (mm). W postawie wadliwej od -0,81 (mm) przy OE do -3,02 (mm) przy CE. Różnica w teście Romberga 2,21 (mm). Wartość SPOY dla całej grupy badanych oscylowała od 39,72 (mm) przy OE do 40,16 (mm) przy CE. Różnica w teście Romberga -0,44 (mm). W postawie prawidłowej od 39,37 (mm) przy OE do 39,20 (mm) przy CE. Różnica w teście Romberga 0,18 (mm). W postawie wadliwej od 40,22 (mm) przy OE do 41,56 (mm) przy CE. Różnica w teście Romberga -1,34 (mm). Analiza wariancji wykazała istotny efekt opcji badania ( $p < 001$ ). SPOX w teście przy CE istotnie zwiększył się zarówno w postawie wadliwej, jak i prawidłowej. Dzieci z postawą wadliwą mają nieco wyższe wartości SPOX. Choć wartość SPOY w postawie wadliwej była nieco wyższa, to analiza wariancji nie wykazała istotnych efektów.

**Słowa kluczowe:** postawa ciała, równowaga, platforma stabilograficzna, test Romberga, środek nacisku stóp (COP), średni punkt obciążenia X (SPOX), średni punkt obciążenia Y (SPOY).

### Abstract:

The aim of the research was to analyze the relationship between body postures in the sagittal plane and mean loading point X (MLPX) and mean loading point Y (MLPY) among children aged 12 to 15 years. 503 children from the Primary School number 13 and the Gymnasium number 4 in Starachowice took part in the research. The spatial photogrammetric method which uses the effect of projection chamber was used in the research. Balance was examined on the stabiligraphic platform. MLPX value for the whole group fluctuated from -0.86 (mm) with OE to -2.49 (mm) with CE. The difference in the Romberg test was 1.63(mm). In the correct posture type SPOX value fluctuated from -0.90 (mm) with OE to -2.13 (mm) with CE. The difference in Romberg test was 1.23 (mm). In the faulty posture type MLPX value fluctuated from -0.81 (mm) with OE to -3.02 (mm) with CE. The difference in Romberg test was 2.21 (mm). MLPY value for the whole group fluctuated from 39.72 with OE to 40.16 with CE. The difference in Romberg test was -0.44 (mm). In the correct posture type MLPY value fluctuated from 39.37 (mm) with OE to 39.20 (mm) with CE. The difference in Romberg test was 0.18 (mm). In the faulty posture type MLPY value fluctuated from 40.22 (mm) with OE to 41.56 (mm) with CE. The difference in Romberg test was -1.34 (mm). The analysis of variance showed a significant effect of the examined options ( $p < 0.001$ ). Closing eyes results in an increase of MLPX value in correct as well as faulty body postures. Children with faulty posture have higher MLPX values. Although the MLPY value was slightly higher in faulty postures, the variation analysis did not show any significant effects.

**Key words:** posture types, balance, stabiligraphic platform, Romber test, the center of pressure (COP), mean loading point X (MLPX), mean loading point Y (MLPY).

### Wprowadzenie

Postawa ciała definiowana jest obecnie jako sposób trzymania się osoby w pozycji stojącej, którego zewnętrznymi przejawami są przestrzenny układ poszczególnych segmentów ciała oraz sylwetka ciała. Postawa musi być postrzegana jako akt dynamiczny, utrzymujący odpowiedni układ ciała wbrew sile grawitacji i w niekorzystnych warun-

### Introduction

Body posture is at present defined as the manner of maintaining body position while standing which manifests itself by spatial orientation of particular segments of the body and body figure. Body posture must be perceived as a dynamic act, maintaining proper body position against gravity and in negative conditions of unstable balance. Human body is not

kach równowagi chwiejnej. Ciało ludzkie nie jest newtonowską sztywną bryłą, lecz raczej planckowskim, kwantowym, holograficznym układem, zatem utrzymywanie pionowej postawy jest swego rodzaju aktem ruchowym. Utrzymywanie określonej postawy jest zdolnością koordynacyjną, a właśnie rozwój koordynacji jest procesem długotrwałym, wymagającym ogromnej liczby powtórzeń [1].

Mechaniczne postrzeganie roli mięśni w reedukacji posturalnej powoduje nieuzasadnione koncentrowanie się na formowaniu tzw. gorsetu mięśniowego, a ściślej mówiąc na ćwiczeniach kształtujących siłę i wytrzymałość mięśni posturalnych. Wady postawy ciała są jednym z elementów ograniczających zarówno odruchowe zachowanie równowagi statycznej, jak i sprawność odruchów korekcyjnych, nakładających się na świadomie realizowany program ruchów dowolnych. Kształtowanie nawyki postawy nie jest związane ze wzmacnianiem poszczególnych grup mięśni posturalnych, lecz z integracją ich funkcji w reakcjach nastawczych i równowagi [1].

Zastosowana w pracy stabilografia komputerowa stwarza możliwość pośredniej oceny funkcji układu nerwowego poprzez pomiar wychyłań ciała charakteryzujących utrzymanie równowagi w pozycji stojącej. Podstawowa zasada badań z zastosowaniem platformy posturologicznej polega na ciągłym pomiarze punktu przyłożenia wypadkowej siły reakcji podłoża określanym środkiem nacisku stóp (COP). Wstępna analiza kształtu posturogramu pozwala stwierdzić, że sygnał ten, oprócz stacjonarnej, niezależnej składowej szybkozmiennej, zawiera trendy stochastyczne (składowe wolnozienne). Obecność składowej szybkozmiennej jest podyktowana istnieniem szumu w układzie kontroli postawy i występuje tylko w aktywności nerwowo-mięśniowej człowieka [2].

Celem badań była analiza związku między postawą ciała w płaszczyźnie strzałkowej a średnim punktem obciążenia stóp (SPOX) i średnim punktem obciążenia stóp (SPOY) u dzieci w wieku 12-15 lat.

SPOX to średnia nacisku stóp (COP) (mm) w płaszczyźnie czołowej mierzona w ciągu 30 sekund podczas testu Romberga. SPOY to średnia nacisku stóp (COP) (mm) w płaszczyźnie strzałkowej mierzona w ciągu 30 sekund podczas testu Romberga [3].

## Material i metoda badań

Badaniami objętych zostało 503 dzieci w wieku 12-15 lat, w tym 247 (49,11%) dziewcząt i 256 (50,89%) chłopców. Rozkłady liczebności w grupach wieku i płci nie różnią się istotnie. Badania wykonano w listopadzie i grudniu 2005 roku. W badaniach postawy zastosowano technikę fotogrametrii przestrzennej wykorzystującą efekt moiré projekcyjnej. Na plecach badanej osoby oznaczano markerem wybrane punkty antropometryczne, tj. wyrostki kolczyste od  $C_7$  do  $S_1$ , wyrostki barkowe, kąty dolne łopatek i kolce biodrowe tylne górne. Następnie oceniano postawę metodą wzrokowo-punktową, po czym badana osoba stała w postawie nawykowej w wyznaczonym miejscu tyłem do urządzenia projekcyjno-odbiorczego w odległości 3,2 m. Na plecy badanej osoby rzutowane były prążki, a regulacja ostrości obiektywu rzutnika odbiorczego pozwalała na uzyskanie obrazu mory widocznego na ekranie monitora. Pomiar i ustawianie ostrości obrazu wykonywane były automatycznie sterowanym urządzeniem projekcyjno-odbiorczym. Dalsza analiza odbywała się bez udziału osoby badanej. Postawę w płaszczyźnie strzałkowej oceniono w oparciu o modyfikację typologii Wolańskiego. Wyodróżniono typ kifotyczny (K) i podtypy  $K_1$ ,  $K_2$ ,  $K_3$ , typ równoważny i podtypy  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ , typ lordotyczny (L) i podtypy  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$  oraz typ plecy płaskie ( $R_1P$ ). Postawy podzielono na prawidłowe (typy  $K_1$ ,  $R_2$ ,  $L_1$ ) i wadliwe ( $K_2$ ,  $L_2$ ,  $R_1P$ ), czyli plecy okrągłe, wklęsłe i płaskie [3].

a solid object as in the Newton's theory, but more in the field of Planck – a quantum, holographic system, therefore maintaining vertical body position is a motion act in a way. Maintaining a certain body position is a coordination ability, and the development of coordination is a long-term process requiring great many repetitions [1].

Appreciating only the mechanic role of muscles in postural re-education results in unjustified focusing on forming of, so called, muscular corset, and more precisely on exercises shaping strength and endurance of postural muscles. Postural defects are one of the elements limiting both reflex static body balance and efficiency of corrective reflexes overlapping the consciously realising program of voluntary movements. Forming of the habitual posture is not related with strengthening of particular groups of postural muscles, but with integration of their functions in adjusting and balance reactions [1].

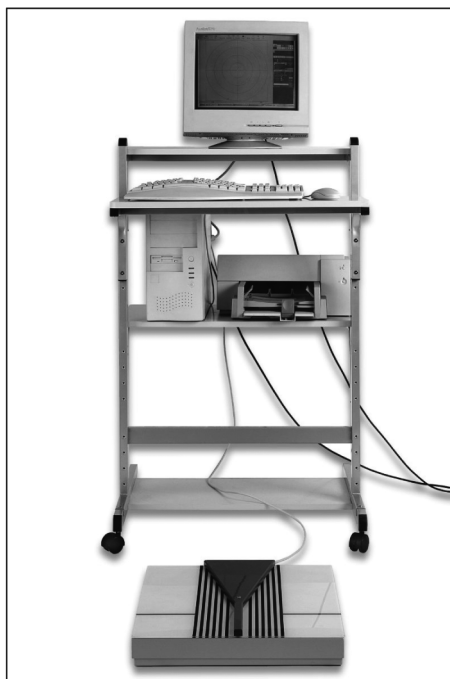
The computer stabilography used in the study allows indirect evaluation of the function of the nervous system by measuring of body sways characterising balance control in standing position. The basic principle of the examinations using the posturologic platform consists in constant measuring of contact point of the resultant of surface reaction force described as the centre of pressure (COP). An initial analysis of the posturogram makes it possible to state that the signal apart from the stationary, independent fast-variable component includes slow-variable components. The presence of fast-variable component is caused by discrepancies in the postural control system and occurs only in the neuro-muscular activity of man [2].

The aim of the study was to analyse the correlation of the body posture in the sagittal plane and the mean centre of pressure (COPX) as well as the mean centre of pressure in 12-15 years old children (COPY).

COPX is the mean value of the centre of pressure of feet on the surface (mm) in the frontal plane measured within 30 seconds by means of the Romberg test. COPY is the mean value of the centre of pressure of feet on the surface (mm) in the sagittal plane measured within 30 seconds by means of the Romberg test [3].

## Material and Method

The examined group consisted of 503 children aged 12-15 years, including 247 girls (49.11%) and 256 boys (50.89%). The number of children in particular age or sex related groups did not differ significantly. The examinations were carried out in November and December 2005. The spatial photogrammetry technique employing the moiré effect was used in the research. On the back of the examined child chosen anthropometric points were marked, that is the spinous processes from  $C_7$  to  $S_1$ , shoulder processes, lower angles of the scapulas and posterior superior iliac spines. Next, the posture was assessed by means of the visual-point method, then the examined child was asked to stand in their habitual position in an assigned place with their back to the projecting-receiving device at the distance of 3.2 m. Stripes were projected on the back of the examined child, and the sharpness regulation of the projector's lenses allowed obtaining the moiré image which was visible on the screen. The measurement and adjustment of sharpness were carried out by the automatic projecting-receiving device. A further analysis was carried out without the examined children. The body posture in the sagittal plane was evaluated on the basis of the modified typology according to Wolański. The following were singled out: kyphotic type (K) and its subtypes  $K_1$ ,  $K_2$ ,  $K_3$ ; equivalent/balanced type (B) and its subtypes  $B_1$ ,  $B_2$ ,  $B_3$ ; lordotic type (L) and its subtypes  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$  as well as flat back



Ryc. 1. Platforma stabilometryczna Cosmogamma by emildue R50300 (Technomex 2005)

Fig. 1. Cosmogamm's stabilometric platform by Emildue R50300 (Technomex 2005)

W badaniach równowagi zastosowano platformę Cosmogamma by Emildue (ryc. 1). Wykonywano test standardowej oceny stabilności w staniu swobodnym (test Romberga) składający się z dwóch następujących po sobie prób trwających po 30 s: pierwsza z oczami otwartymi (OE – *open eyes*), druga z oczami zamkniętymi (CE – *close eyes*) [4]. Do opisu równowagi zastosowano: średni punkt obciążenia X (SPOX) i średni punkt obciążenia Y (SPOY). Na ogół im niższa wartość parametrów, tym proces kontroli posturalnej jest dokładniejszy. Zmienne zweryfikowano pod względem normalności rozkładu testem Kołmogorowa-Smirnowa. Rozkłady zmiennych opisujących postawę analizowano testem Liliefors. Do określenia związku pomiędzy postawą ciała w płaszczyźnie strzałkowej a reakcjami równoważnymi wykorzystano analizę wariancji z klasyfikacją pojedynczą, w której zmiennymi zależnymi były parametry równowagi wyłonione w analizie czynnikowej, zaś zmiennymi niezależnymi typy postawy [5].

## Wyniki

W badanej grupie wystąpiło 297 (59,05%) postaw prawidłowych i 206 (40,95%) wadliwych. Średni punkt obciążenia X (SPOX) w postawie prawidłowej wynosił od -0,90 (mm) z oczami otwartymi (OE) do -2,13 (mm) z oczami zamkniętymi (CE). Różnica w teście Romberga 1,23 (mm). W postawie wadliwej od -0,81 (mm) z oczami otwartymi (OE) do -3,02 (mm) z oczami zamkniętymi (CE). Różnica w teście Romberga 2,21 (mm). Osoby z postawą wadliwą miały nieco mniejszy średni punkt obciążenia X (SPOX) w teście z oczami otwartymi (OE), a większy z oczami zamkniętymi (CE) (tab. 1, ryc. 2).

Wartość SPOY oscylowała od 39,72 (mm) z oczami otwartymi (OE) do 40,16 (mm) z oczami zamkniętymi (CE). Różnica w teście Romberga -0,44 (mm). Dodatnia wartość SPOY świadczy o pochyleniu ciała w przód. W postawie prawidłowej od 39,37 (mm) przy OE do 39,20 (mm) z oczami zamkniętymi (CE). Różnica w teście Romberga 0,18 (mm).

(R<sub>1</sub>P). The posture types were divided into correct (K<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, L<sub>1</sub>) and faulty (K<sub>2</sub>, L<sub>2</sub>, R<sub>1</sub>P), that is rounded back, concave back and flat back [3].

While testing body balance the Cosmogamma platform by Emildue was used (Fig. 1). The test was standard evaluation of balance in free standing position (the Romberg test) consisting of two consecutive tests lasting 30 sec each: first one with open eyes (OE) and the second one with closed eyes (CE) [4]. In order to describe the balance the mean centre of pressure X (COPX) and the mean centre of pressure Y (COPY) were used. Usually the lower the value of the parameters, the more precise balance control. The variables were verified according to normality of distribution by means of the Kolmogorow-Smirnow test. The distribution of the variables describing the posture was analysed by means of the Liliefors test. In order to determine the correlation between body posture in the sagittal plane and balance reactions the one-way ANOVA was used, whose dependent variables were balance parameters singled out in the factor analysis, and the independent variables posture types [5].

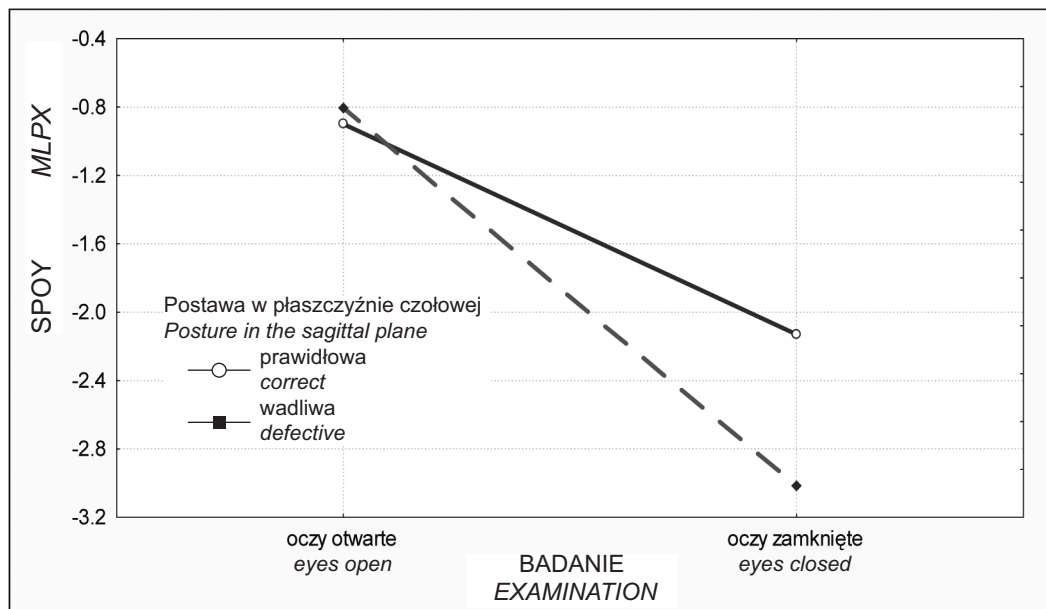
## Results

There were 297 (59.05%) correct posture types and 206 (40.95%) of faulty posture types in the group. The mean centre of pressure X in the correct posture was from -0.90 (mm) with open eyes to -2.13 (mm) with closed eyes. The difference in the Romberg test was 1.23 (mm). In the faulty posture type it was from -0.81 (mm) with open eyes to -3.02 (mm) with closed eyes. The difference in the Romberg test was 2.21 (mm). The children with correct body posture had slightly lower values of the mean centre of pressure X with open eyes, and slightly higher with closed eyes (Tab. 1, Fig. 2).

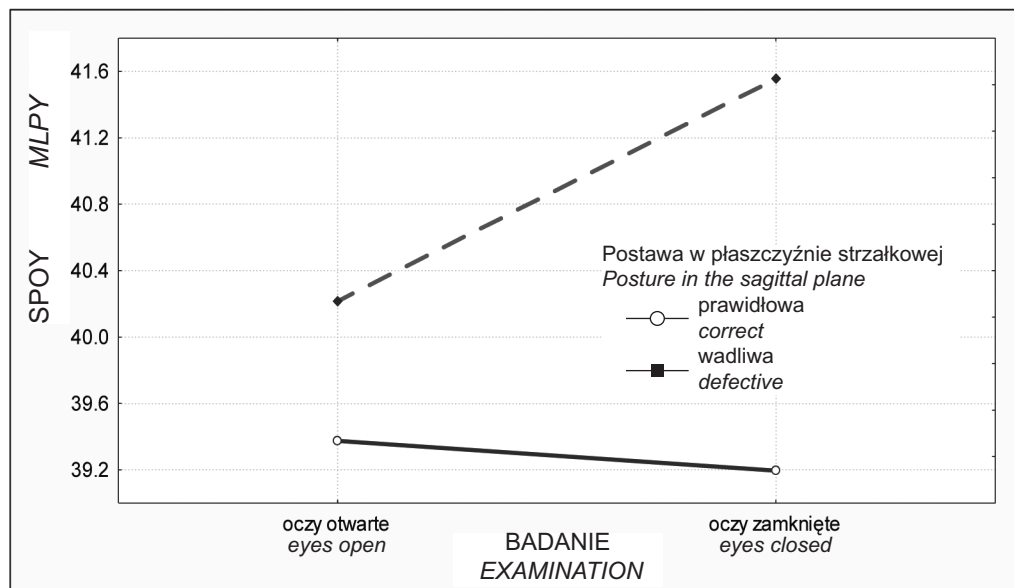
The values of COPY ranged from 39.72 (mm) with open eyes to 40.16 (mm) with closed eyes. The difference in the Romberg test was -0.44 (mm). The positive value of COPY indicates inclination of the body forwards. In the correct posture type from 39.37 (mm) with open eyes to 39.2 (mm) with closed eyes. The difference in the Romberg test was 0.18 (mm). In the defective posture type it was from

Tabela 1. Średni punkt obciążenia X (SPOX)  
Table 1. An average load point X (MLPX)

Zmienne niezależne Independent variables	SPOX (OE) COPX (OE) [mm]			SPOX (CE) COPX (CE) [mm]			Różnica OE-CE [mm] Difference OE-CE [mm]
	n	x	s	n	x	s	
Postawa prawidłowa Correct posture	297	-0,90	2,34	297	-2,13	6,93	1,23
Postawa wadliwa Faulty posture	206	-0,81	2,23	206	-3,02	5,85	2,21
Razem Total	503	-0,86	2,29	503	-2,49	6,52	1,63



Ryc. 2. Postawa a SPOX  
Fig. 2. Body posture and MLPX



Ryc. 3. Postawa a SPOY  
Fig. 3. Body posture vs. MLPY

Tabela 2. Analiza wariancji SPOX  
Table 2. The variation analysis MLPX

Zmienne niezależne <i>Independent variables</i>	DF efekt <i>DF effect</i>	MS efekt <i>MS effect</i>	DF błąd <i>DF error</i>	MS błąd <i>MS error</i>	F	p
Postawa (1) <i>Posture (1)</i>	1	38,04	501	30,96	1,22	0,268
Opcja badania (2) <i>Examination option (2)</i>	1	720,45	501	16,68	43,17	0,001*
Interakcja (3) <i>Interaction (3)</i>	1	58,22	501	16,68	3,48	0,062

Tabela 3. Średni punkt obciążenia Y (SPOY)  
Table 3. Mean loading point Y (MLPY)

Zmienne niezależne <i>Independent variables</i>	SPOY (OE) COPY (OE) [mm]			SPOY (CE) COPY (CE) [mm]			Różnica OE-CE [mm] <i>Difference OE-CE [mm]</i>
	n	x	s	n	x	s	
Postawa prawidłowa <i>Correct posture</i>	297	39,37	5,32	297	39,20	14,56	0,18
Postawa wadliwa <i>Faulty posture</i>	206	40,22	6,41	206	41,56	17,07	-1,34
Razem <i>Total</i>	503	39,72	5,80	503	40,16	15,66	-0,44

Tabela 4. Analiza wariancji SPOY  
Table 4. Analysis of MLPY variation

Zmienne niezależne <i>Independent variables</i>	DF efekt <i>DF effect</i>	MS efekt <i>MS effect</i>	DF błąd <i>DF error</i>	MS błąd <i>MS error</i>	F	p
Postawa (1) <i>Posture (1)</i>	1	624,07	501	198,41	3,14	0,076
Opcja badania (2) <i>Examination option (2)</i>	1	82,25	501	79,58	1,03	0,309
Interakcja (3) <i>Interaction (3)</i>	1	140,77	501	79,58	1,76	0,184

W postawie wadliwej od 40,22 (mm) przy OE do 41,56 (mm) przy CE. Różnica w teście Romberga -1,34 (mm) (tab. 3, ryc. 3).

## Dyskusja

Mechanizmy kontroli równowagi w czasie spokojnego stania mogą być różnorodne nawet w zdrowej populacji tej samej płci, w tym samym wieku, o podobnych parametrach antropometrycznych. Ograniczone piśmiennictwo związane z tematyką badań oraz brak norm tych parametrów utrudnia interpretację uzyskanych wyników. Niewiadomo, czy uzyskane wyniki mieszczą się w granicach reakcji prawidłowych, czy je przekraczają [4, 6-16].

W badaniach własnych osoby z postawą wadliwą miały nieco mniejszy średni punkt obciążenia X (SPOX) w teście z oczami otwartymi (OE), a większy z oczami zamkniętymi. Parametr ten w badaniu z oczami zamkniętymi (CE) istotnie zwiększył się zarówno w postawie wadliwej, jak i prawidłowej ( $p < 0,001$ ) (tab. 2). Ujemna wartość SPOX świadczy o większym obciążeniu lewej stopy. Przemieszczenia COP w płaszczyźnie czołowej są znacznie mniejsze, a wzrost niestabilności w tej płaszczyźnie jest zazwyczaj skutecznie kompensowany przez strategię stawu biodrowego. Jest to strategia przywracania równowagi pojawiająca się u osób stojących na wąskim podłożu. W tej sytuacji działanie takiego samego bodźca wywołującego utratę równowagi kompensowane jest za pomocą sekwencji aktywności

40,22 (mm) with open eyes to 41,56 (mm) with closed eyes. The difference in the Romberg test was -1.34 (mm) (Tab. 3, Fig. 3).

## Discussion

The mechanisms of posture control in free standing position may be diversified even in a healthy population of the same gender, age and similar anthropometric parameters. Limited references concerning that subject and no norms for those parameters make interpretation of the obtained results difficult. It is hard to verify whether the results are within the norms or exceed them [4, 6-16].

The research revealed that children with faulty posture type had slightly lower values of the mean COPX with OE, and higher with CE. This parameter in the test with closed eyes increased significantly both in correct and faulty posture type ( $p < 0.001$ ) (Tab. 2). The negative value of the COPX indicates more pressure put on the left foot. Sways of the COP in the frontal plane are definitely less significant, and the increase of instability in that plane is usually effectively compensated by the hip joint strategy. It is a strategy of restoring balance occurring in people standing on a narrow surface. In such a situation the action of the same stimulus causing losing balance is compensated by means of a sequence of muscular activity, beginning in the thigh and trunk muscles and moving lower to the muscles of lower limbs [2].

mięśniowej, rozpoczynającej się w mięśniach ud i tułowia i przenoszącej się w dół na dalsze mięśnie kończyn dolnych [2].

Chociaż analiza wariancji nie wykazała istotnych efektów, to warto zauważyć, że wartość SPOY w teście z oczami zamkniętymi (CE) była nieco wyższa (tab. 4). Dodatnia wartość SPOY świadczy o pochyleniu ciała podczas testu w przód. Ubytek równowagi jest zazwyczaj kompensowany pochyleniem ciała do przodu. Takie działanie kompensacyjne obserwujemy zarówno u osób stojących na niestabilnym podłożu u dzieci i pacjentów w starszym wieku. Przez pochylenie ciała do przodu zwiększa się prawdopodobieństwo utraty równowagi w tym kierunku, a tym samym można skorzystać z ustalonej, szybko dostępnej, strategii odzyskiwania równowagi. Określa się je jako specyficzne interakcje między czuciowymi i ruchowymi elementami systemu posturalnego. W tym przypadku w czasie odzyskiwania równowagi występuje charakterystyczna sekwencja rozpoczynająca się skurczem mięśni stawu skokowego. Główne mięśnie stabilizujące staw skokowy to płaszczkowaty i piszczelowy przedni. Sekwencję tę nazwano strategią stawu skokowego [2]. Obserwowany nieznaczny wzrost SPOY w teście z oczami zamkniętymi (CE) przebiega w oparciu o tę strategię.

Rozwój postawy to efekt stopniowej integracji napięcia mięśniowego w trakcie rozwoju mechanizmu odruchu postawy. Kształtowanie nawyku postawy nie jest związane ze wzmacnianiem poszczególnych grup mięśni posturalnych, lecz z integracją ich funkcji w reakcjach statycznych, nastawczych i równowagi. Postawa ciała uwarunkowana jest wieloma czynnikami, w tym także regulacją ośrodkową, której jakość związana jest ze stopniowo rozwijającym się w ontogenezie mechanizmem odruchu postawy. Prawidłowo funkcjonujący mechanizm odruchu postawy zawiera prawidłowe napięcie mięśni posturalnych, prawidłowe unerwienie recyprokalne, prawidłowe wzorce posturalne i motoryczne oraz prawidłowe informacje sensomotoryczne. W przypadku obniżonego napięcia mięśni posturalnych mechanizm odruchu postawy nie rozwija się prawidłowo, a dzieci kompensują jego niedobory ustawiając poszczególne odcinki ciała w sposób ułatwiający funkcjonowanie w warunkach grawitacji. Podstawowym problemem jest hipotonia posturalna, która zaburza funkcjonowanie pozostałych składowych mechanizmów antygravitacyjnego [17, 18]. Pomimo że nie wykazano istotnych związków między wadami postawy ciała w płaszczyźnie strzałkowej a średnim punktem obciążenia stóp, to warto zauważyć, że dzieci z postawą wadliwą miały nieco wyższe wartości SPOX i SPOY. Jest to inspiracja do dalszych badań. Może to także uzasadniać stosowanie w reedukacji posturalnej ćwiczeń kształtujących i doskonalących prawidłowy nawyk postawy metodą zastępczego sprzężenia zwrotnego (feedback) na platformie posturologicznej.

## Wnioski

1. Nie wykazano istotnych związków między postawą ciała w płaszczyźnie strzałkowej a średnim punktem obciążenia X i średnim punktem obciążenia Y.
2. Chociaż analiza wariancji nie wykazała istotnych efektów, to warto zauważyć, że dzieci z postawą wadliwą miały nieco wyższe wartości SPOX i SPOY.
3. Istotnie zwiększył się średni punkt obciążenia X (SPOX) z oczami zamkniętymi (CE) zarówno w postawie wadliwej, jak i prawidłowej.
4. Receptory wzrokowe odgrywają istotną rolę w reakcjach równoważnych SPOX.
5. Analiza wariancji nie wykazała istotnych efektów dla średniego punktu obciążenia Y (SPOY).
6. Uzyskane wyniki powinny być inspiracją do dalszych badań nad związkami pomiędzy postawą (zwłaszcza bocznym skrzywieniem kręgosłupa) a równowagą.

Even though the analysis of variance revealed no significant effects, it should be underlined that the value of COPY in the test with closed eyes was slightly higher (Tab. 4). The positive values of COPY indicated inclination of the body forward. Losing balance is usually compensated by inclining of the body forward. Such a compensating action is observed both in children and in older adults. By inclining of the body forward the probability of losing balance in that direction increases, and thus it is possible to use an established, easily accessible strategy of restoring balance. It is described as a specific interaction between sensory and motor elements of the postural system. In that case while regaining balance a characteristic sequence beginning with a contraction of the tarsal joint muscles occurs. The main muscles stabilising the tarsal joint are: the soleus muscle and the anterior tibial muscle. And the sequence is called the tarsal joint strategy [2]. The observed slight increase of the COPY in the test with closed eyes is based on that strategy.

Development of body posture is a result of gradual integration of muscle tension during the development of posture mechanism. Forming of the postural habit is not related with strengthening of particular groups of postural muscles, but with integration of their functions in static, adjusting and balancing actions. Body posture is conditioned by many factors, including central regulation whose quality depends on gradually developing in ontogenesis posture mechanism. Correctly functioning posture mechanism includes correct tonus of the postural muscles, correct reciprocal innervation, correct postural and motor patterns and correct sensomotor information. In the case of decreased tension of the postural muscles, the posture mechanism does not develop properly and children compensate its deficiencies by aligning particular body segments in such a way which makes functioning in condition of gravity easier. The basic problem is postural hypotonia which disturbs functioning of the remaining elements of the anti-gravity mechanism [17, 18]. Even though no significant correlations between posture defects in the sagittal plane and the mean COP were observed, it should be noticed that children with incorrect posture had slightly higher values of COPX and COPY. It is an inspiration for further research. It may also justify using in re-postural education exercises forming and perfecting correct postural habits by means of substitute feedback on the posturologic platform.

## Conclusions

1. No significant correlations between body posture in the sagittal plane and the mean centre of pressure X and the mean centre of pressure Y were observed.
2. Even though the analysis of variance showed no significant effects, it should be noticed that children with faulty posture had slightly higher values of COPX and COPY.
3. The mean centre of pressure X with closed eyes increased significantly both in faulty and correct posture.
4. Visual receptors play a vital role in COPX balance reactions.
5. The analysis of variance revealed no significant effects for the mean COPY.
6. The obtained results should be an inspiration for further research on the correlations between posture (especially scoliosis) and balance.

## Piśmiennictwo References

- [1] Nowotny J. *Reedukacja posturalna w systemie stacjonarym*. AWF, Katowice 2008.
- [2] Błaszczyk J. W. *Biomechanika kliniczna*. PZWL. Warszawa 2004.
- [3] Wilczyński J. *Boczne skrzywienie kręgosłupa a średni punkt obciążenia X i średni punkt obciążenia Y u dzieci w wieku 12-15 lat*. *Fizjoterapia Polska*, 2008, 1, 65-71.
- [4] Ostrowska B., Rozek-Piechura K., Skolimowski T. *Odzyskiwanie dynamicznej równowagi po zewnętrznych zaburzeniach postawy u dzieci z idiopatyczną skoliozą*. *Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja*, 2006, 3, 300-307.
- [5] Computer statistic programme. *Statistica.7.1 statsoft*, 2007.
- [6] Bruyneel A. V., Chavet P., Bollini G., Ebermeyer E., Mesure S. *Idiopathic scoliosis and balance organisation in seated position on a seesaw*. *European Spine Journal*, 2010, 3, 2.
- [7] Chow D. H., Kwok M. L., Cheng J. C. et al. *The effect of backpack weight on the standing posture and balance of schoolgirls with adolescent idiopathic scoliosis and normal controls*. *Gait Postur.*, 2006, 2, 173-181.
- [8] Gagey P. M., Weber B. *Posturologie. Régulation et dérèglements de la station debout. Deuxième édition*. Masson, Paris 1999.
- [9] Guerraz M, Bronstein A. M. *Ocular versus extraocular control of posture and equilibrium*. *Neurophysiologie Clinique*, 2008, 6, 391-398.
- [10] Herdman S. J. *Physical therapy diagnosis for vestibular disorders*, [w:] *Vestibular rehabilitation*. Ed. S. J. Herdman. F. A. Davis Company. Philadelphia 2000, 566-571.
- [11] Kuczyński M. *Model lepko-sprężysty w badaniach stabilności postawy człowieka*. AWF Wrocław, 2003.
- [12] Mallau S., Bollini G., Jouve J. L., Assaiante C. *Locomotor skills and balance strategies in adolescents idiopathic scoliosis*. *Spine*, 2007, 1, 32.
- [13] Mallau S., Mesure S., Viehweger E. et al. *Locomotor skills and balance strategies in children with internal rotations of the lower limbs*. *Journal of Orthopaedic Research*, 2008, 1, 117-125.
- [14] Mraz M., Curzytek M., Skolimowska B., Morawska-Kochman M. *Fizjoterapia w zawrotach głowy – badania pilotażowe*. *Fizjoterapia*, 2005, 2, 25-32.
- [15] Suvaudra G. *Experimental analysis of virtual reality as a stimulus in posturography*. Master thesis. Imperial College, London 2003.
- [16] Whitney S. L., Sparto P. J., Brown K. E. et al. *The potential use of virtual reality in vestibular rehabilitation. Preliminary findings with the bnaive*. *Neurological Report*, 2002, 2, 72-78.
- [17] Matyja M., Domagalska M. *Podstawy usprawniania neurorozwojowego według Berty i Karela Bobathów*. AWF Katowice, 2005.
- [18] Matyja M., Żmudzka-Wilczek E., Karasz B. *Neurorozwojowa analiza ćwiczeń korekcyjnych*. *Fizjoterapia Polska*, 2006, 6.

### Adres do korespondencji: Address for correspondence:

Jacek Wilczyński  
ul. Kopalniana 7/7  
27-206 Starachowice  
tel. 603-703-926  
e-mail: jacekwilczynski77@poczta.onet.pl

**Wpłynęło/Submitted: II 2007**  
**Zaakceptowano/Accepted: VI 2010**