

Artykuł opublikowany w: Medycyna Sportowa, 2006; 22(1):17-22

Blach W.<sup>1</sup>, Pujszo R.<sup>2</sup>, Pyskir M.<sup>3</sup>, Migasiewicz J.<sup>1</sup>, Skorupa H.<sup>2</sup>, Szymański T.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Katedra Metodyki Dyscyplin Sportowych, Akademia Wychowania Fizycznego, Wrocław

<sup>2</sup> Studium Wychowania Fizycznego i Sportu, Akademia Bydgoska, Bydgoszcz

<sup>3</sup> Zakład Biofizyki, Collegium Medium UMK Bydgoszcz

Corresponding author: mgr inż. Pujszo Ryszard

85-064 ul. Chodkiewicza 30.p.031.

Akademia Bydgoska, Bydgoszcz, Poland.

e-mail: rychu54@interia.pl

## **WPŁYW ZMIANY WYSOKOŚCI POŁOŻENIA CIAŁA NA KONTROLĘ POSTAWY CZŁOWIEKA. INFLUENCE OF HEIGHT CHANGE ON HUMAN BODY POSTURE CONTROL**

### **Streszczenie**

Celem badań było zmierzenie reakcji systemu kontroli postawy ciała na niewielką zmianę położenia osoby badanej względem podłoża. Pomiary przeprowadzono przy oczach otwartych i zamkniętych celem sprawdzenia wpływu sygnału wizyjnego na reakcję systemu kontroli ciała przy zmianie wysokości położenia. Starano się określić czy podstawowe parametry antropometryczne mają wpływ na reakcje systemu kontroli postawy ciała przy niewielkiej zmianie wysokości. Uzyskane wyniki skonfrontowano z wynikami uzyskanymi w klasycznym teście zakłócającym kontrolę ciała u osób nie trenujących oraz trenujących wyczynowo judo. Opisano podstawowe różnice i znalezione prawidłowości, a w zakończeniu przedstawiono perspektywę dalszych badań.

**Słowa kluczowe:** kontrola postawy ciała, zmiana wysokości, parametry antropometryczne

### **Abstract**

The aim of the research was to measure the reaction of the body posture control system to a slight change of the position of the examined person in relation to the floor. The measurements were done with

the examined person's eyes opened and closed in order to check the influence of a visual signal on the reaction of the body posture control system while changing the height of the position. The author tried to define if the basic anthropometric parameters have any influence on the reaction of the body posture control system with a slight change of height. The acquired results were compared with the results obtained in a classical test interfering the body control of people who both train and do not train judo professionally. Some basic differences were described and some regularities were found. In the conclusion the perspective of further research was presented.

**The key words:** body posture control, the change of the height, anthropometric parameters.

## **Wstęp**

Jednym z ważniejszych czynników gwarantujących sprawne funkcjonowanie człowieka w życiu codziennym jest sprawność i efektywność działania systemu kontroli postawy ciała. Zapewnia ona nie tylko prawidłowe wykonywanie określonych czynności życiowych lecz także często decyduje o bezpieczeństwie człowieka. [1,2,3] Z fizjologii wiadomo jakie muszą być spełnione warunki w celu zakłócenia kontroli postawy ciała, lecz równocześnie istnieje wiele innych czynników o których wiadomo, że czasami mogą zakłócić stan równowagi. [4]

Jednym z takich czynników zdaje się być chwilowa, nawet niezbyt wielka zmiana wysokości względem podłoża. Ponieważ zdarzenie to w działalności człowieka występuje dosyć często postanowiono zbadać jego oddziaływanie na system kontroli postawy ciała człowieka i ewentualnie porównać jego siłę z innymi opisanymi czynnikami zaburzającymi pracę tego systemu. Do opisanego stanu kontroli postawy ciała użyto pomiarów posturograficznych polegających na analizie położenia centrum nacisku człowieka (COP) na specjalną platformę rejestrowanego przez 32 sekundy. W wyniku badania otrzymano krzywą o skomplikowanym kształcie - tzw. statokinezyjogram. Spośród wielu otrzymanych parametrów dobrym miernikiem stanu systemu kontroli postawy wydaje się być pole powierzchni rozwiniętej tegoż statokinezyjogramu. [5]. Badania prowadzone na sportowcach zarówno w procesie selekcji jak i w procesie szkolenia były wielokrotnie publikowane, a ich wyniki wykorzystywane w pracy trenerskiej w wielu dyscyplinach sportowych w tym również w sportach walki [6 -13]. Parametr ten analizowany był także w niniejszych badaniach. Powszechnie przyjęto za innymi autorami, że im wyższe wartości ten parametr przyjmuje tym gorsza jest kontrola postawy ciała. Otrzymane wyniki badań skonfrontowano z innymi testami przeprowadzanymi zarówno na studentach, jak i sportowcach. [14]

## Material i metody badań

W badaniach przeprowadzonych we wrześniu 2004r podczas obozu rekreacyjnego studentów Akademii Bydgoskiej w Ustroniu Morskim wzięło udział 16 studentek I i II roku różnych kierunków. Badania polegały na wykonaniu pomiarów posturograficznych przy oczach otwartych i zamkniętych najpierw na powierzchni podłoża, a następnie przy oczach otwartych i zamkniętych na podeście o wysokości 0,75m i powierzchni 0,9m x 0,9m. Pomiar drugi następował bezpośrednio po pomiarze pierwszym, wejście na podest odbywało się w sposób wolny, a pomiar następował po 2-3 sekundowej adaptacji na posturografie. Pomiary posturograficzne wykonywane były na posturografie firmy *Promed - J. Olton* z użyciem standardowego programu. Do oceny zmian użyto wyłącznie pola rozwiniętej powierzchni statokinezyjogramu –  $s_0$ ,  $s_1$ ,  $s_2$ . Wcześniej wykonano podstawowe pomiary antropometryczne (masa i wysokość ciała). Badania wykonano między godziną 10:00 a 12:00, a osoby deklarowały dobrą dyspozycję psychiczną, nie zakłócony stan fizjologiczny, brak wcześniejszych zaburzeń neurologicznych i schorzeń układu ruchu.

Stopień zakłócenia kontroli postawy ciała po wejściu na podest (oczy otwarte) obliczono wg wzoru:

$$Z_1 = \left( \frac{s_1 - s_0}{s_0} \right)$$

$Z_1$  - stopień zakłócenia kontroli postawy ciała  
 $s_0$  - kontrola postawy ciała spoczynkowa  
 $s_1$  - kontrola postawy ciała po wejściu na podest

Stopień zakłócenia kontroli postawy ciała po wejściu na podest (oczy zamknięte) obliczono wg wzoru:

$$Z_2 = \left( \frac{s_2 - s_0}{s_0} \right)$$

$Z_2$  - stopień zakłócenia kontroli postawy ciała  
 $s_0$  - kontrola postawy ciała spoczynkowa  
 $s_2$  - kontrola postawy ciała po wejściu na podest

Wyniki opracowano podstawowymi metodami statystycznymi z użyciem programu Statistica.

Podstawowe dane antropometryczne grupy badanej przedstawione w Tabeli 1.

## Wyniki badań

Tabela 1. Dane antropometryczne badanej grupy studentek.

Liczność grupy	Wiek (lata)	Zakres (lata)	Wysokość ciała (m)	Zakres (m)	Masa ciała (kg)	Zakres (kg)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	Zakres (kg/m <sup>2</sup> )
n= 16	20,75 ±0,93	20 ±23	1,67 ±0,04	1,625 ±1,73	59,9±8,3	49,4 ±79,5	21,5 ±2,6	18,1 ±28,5

W Tab. 2-3 przedstawiono odpowiednio średnie wyniki pola powierzchni statokinezyogramów oraz średnie wartości stopnia zakłócenia kontroli postawy ciała studentek.

Tabela 2. Średnie wyniki pomiarów kontroli postawy ciała badanej grupy studentek.

Liczność grupy	Pomiar spoczynkowy $S_0$ (mm <sup>2</sup> )				Pomiar po wejściu na podest $S_0$ (mm <sup>2</sup> )			
	Oczy otwarte	Zakres	Oczy zamknięte	Zakres	Oczy otwarte	Zakres	Oczy zamknięte	Zakres
n = 16	190,3 ± 111,7	69 do 432	238,9 ± 180,4	52 do 682	191,6 ± 99,1	69 do 402	211,7 ± 158,2	45 do 703

Tabela 3. Średnie wartości stopnia zakłócenia kontroli postawy ciała studentek.

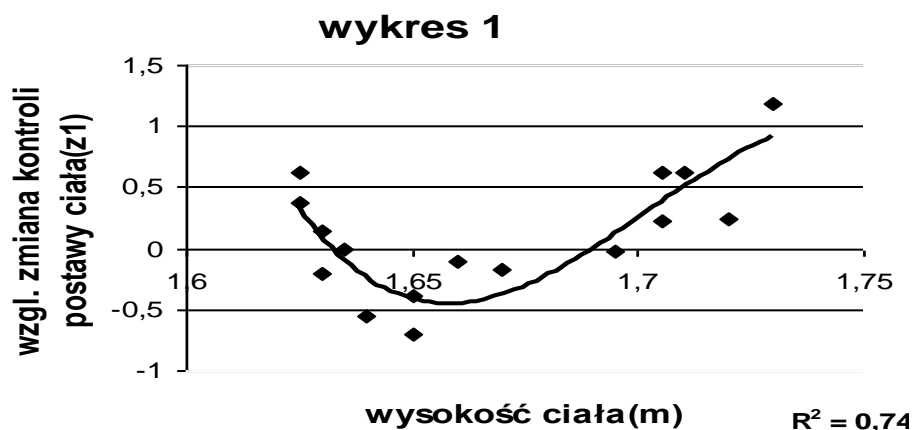
Liczność grupy	$Z_1$	Zakres $Z_1$	$Z_2$	Zakres $Z_2$
n = 16	0,12 ± 0,49	-0,7 do 1,19	-0,003 ± 0,44	-0,56 do 1,04

Ze względu na to, że wielkości  $Z_1$ ,  $Z_2$  przyjmowały wartości zarówno ujemne jak i dodatnie, uzyskane wyniki średnie nie nadają się do bezpośredniego porównania, ze względu na duże odchylenia standardowe. Dlatego w celu dalszej analizy przy oczach otwartych podzielono je na dwie grupy :

A - grupa w której nastąpiło pogorszenie pracy systemu postawy ciała, po wejściu na podest (wzrost pola statokinezyogramu) , (n = 8).

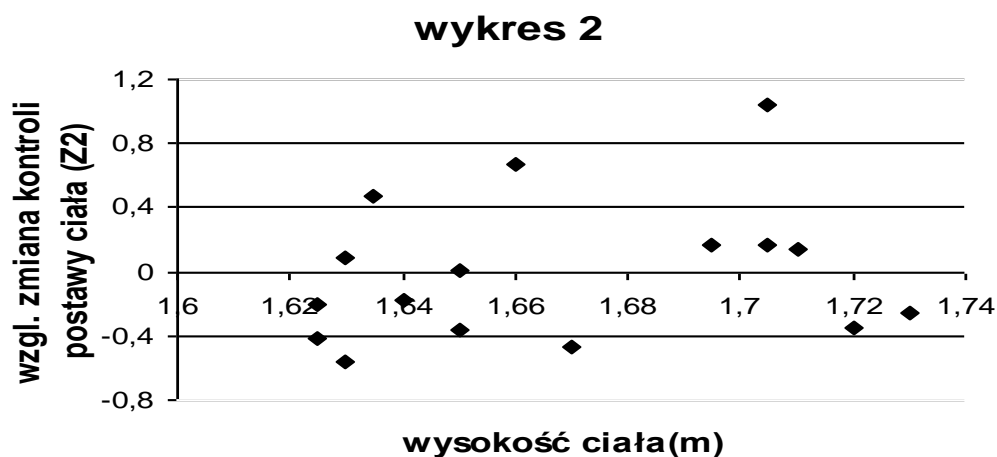
B - grupa w której nastąpiła poprawa pracy systemu postawy ciała, po wejściu na podest (spadek pola statokinezyogramu), (n = 8).

Równocześnie sprawdzono czy istnieje zależność pomiędzy wysokością ciała, masą ciała, a zmianą aktywności systemu kontroli postawy ciała po wejściu na podest. Uzyskane wyniki przedstawiono na wykresach na Ryc.1-2.



Ryc. 1. Zależność względnej zmiany kontroli postawy ciała  $Z_1$  w funkcji wysokości ciała.

Wykres prezentuje wyraźną zależność między zmiennymi i siłą związku  $R^2 = 0,74$  jest bardzo wysoka..

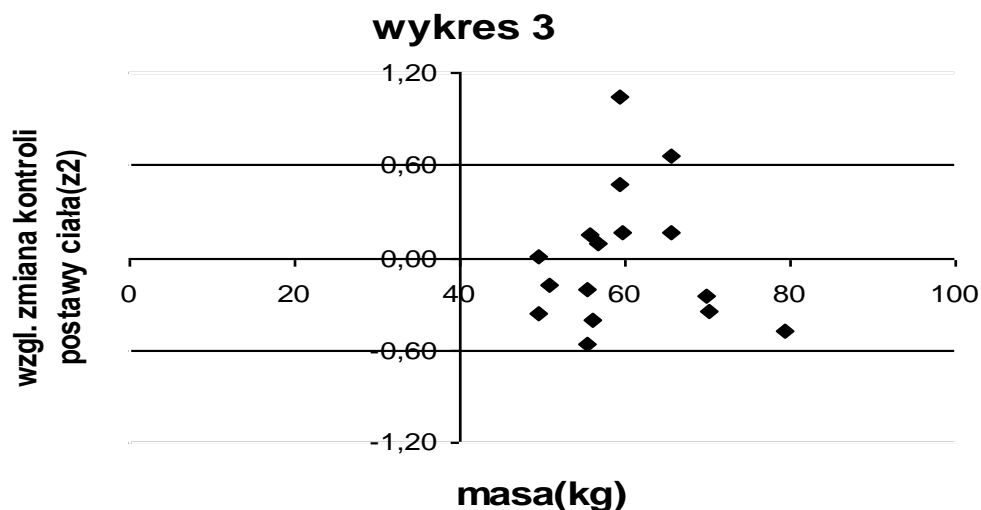


Ryc. 2. Zależność zmiany kontroli postawy ciała  $Z_2$  w funkcji wysokości ciała

Wykres prezentuje całkowity brak zależności pomiędzy zmiennymi.

Z obu wykresów widać wyraźnie istotny wpływ sygnału wizyjnego na zmianę kontroli postawy ciała przy niewielkiej zmianie wysokości, która nastąpiła po wejściu na podest .Ponieważ sygnał wzrokowy nie jest nośnikiem materii (czyli sam nie wytrąca z równowagi) można podejrzewać że zmiany nim wywołane mają podłoże psychiczne, niezależnie czy jest to poprawa czy pogorszenie kontroli postawy ciała.

Ze względu na stwierdzenie wysokiej roli sygnału wizyjnego aby doszukać się ewentualnych związków systemu kontroli postawy ciała z masą analizie poddano wyniki uzyskane przy oczach zamkniętych i przedstawiono na wykresie na Ryc.3.



Ryc.3. Zależność zmiany kontroli postawy ciała  $Z_2$  w funkcji masy ciała.

Rozrzut punktów na wykresie nie wskazuje w sposób jednoznaczny żadnej zależności lecz nie wyklucza też, że przy większej liczbie obserwacji zależność taka może się pojawić. (ewentualne dopasowania linii trendu oscylują wokół wyniku  $R^2 = 0,3$ ).

Średnie wartości systemu kontroli postawy ciała dla grup A i B przedstawiono w tabeli 4.

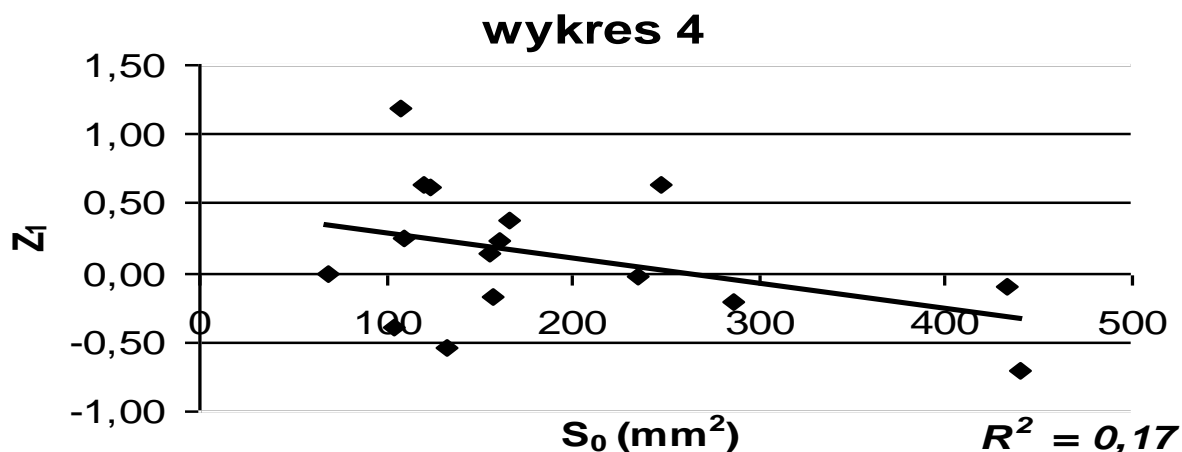
Tabela 4 Średnie wartości systemu kontroli postawy ciała dla grup A i B.

Grupa	Liczność	$S_0$ (mm <sup>2</sup> )	$S_1$ (mm <sup>2</sup> )	$Z_1$
A	n = 8	148,6±46,0*	221,3 ± 79,1*	0,51 ± 0,34
B	n = 8	231,9± 143,0*	161,9± 113,0*	-0,27 ± 0,25

\* różnice istotne na poziomie  $p = 0,05$

Należy zwrócić uwagę że stopień zakłócenia kontroli postawy ciała  $Z_1 = 0,51$  jest stosunkowo wysoki, znacznie wyższy niż u studentek poddanych testowi z przewrotami, a nawet wyższy niż u zawodniczek judo po walkach turniejowych. Jednocześnie poprawa kontroli postawy ciała  $Z_1 = -0,27$  jest reakcją przeciętną lecz też znacznie gorszą niż u zawodniczek judo w warunkach walki turniejowej. Trzeba jednak dodać, że w przypadku studentek poddanych testowi z przewrotami poprawy nie odnotowano.

Zależność stopnia zakłócenia kontroli postawy ciała  $Z_1$  w funkcji pola wyjściowego  $S_0$  przedstawiono na wykresie na Ryc.4.

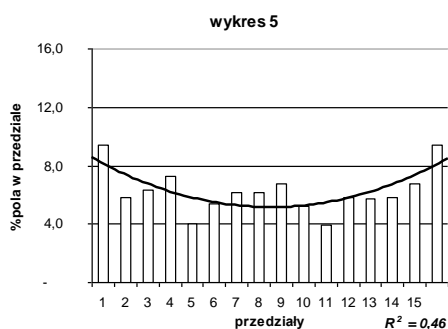


Ryc.4. Zależność stopnia zakłócenia kontroli postawy ciała  $Z_1$  w funkcji pola wyjściowego  $S_0$  statokinezygramu.

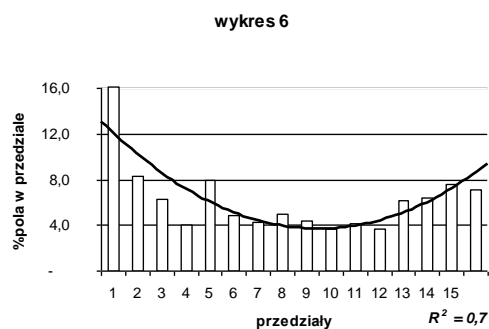
Wykres wskazuje na niską siłę związku pomiędzy zmiennymi  $R^2 = 0,17$ . W badaniach z klasycznym zakłócaniem kontroli postawy ciała zależność ta zawsze występowała. W celu dokładniejszego przeanalizowania wyników uzyskanych w każdej z grup A i B podzielono całkowity czas obserwacji (32 sekundy) na 16 dwusekundowych przedziałów, w których odnotowano procentowy udział pola powierzchni całkowitej statokinezygramu.

Uzyskane wyniki przedstawiono na wykresach na Ryc.5-6 - grupa A, i Ryc.7-8 - grupa B.

Ryc. 5. Procentowy rozkład pola statokinezygramu - grupa A -na ziemi.

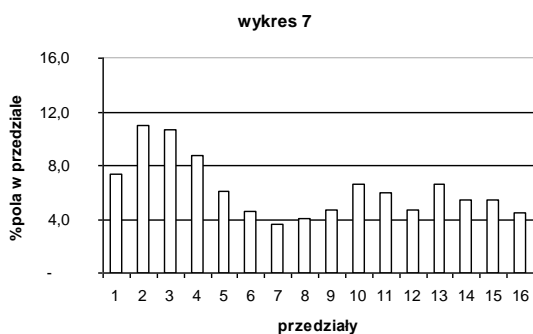


Ryc. 6. Procentowy rozkład pola statokinezygramu - grupa A –na podeście

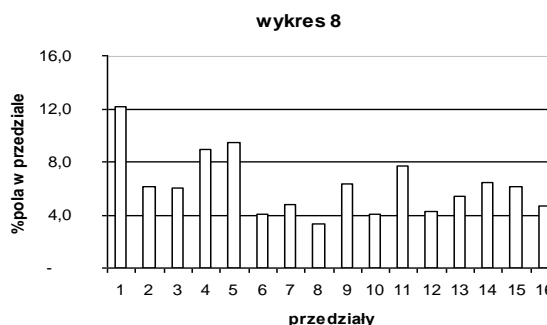


Wykresy wskazują, że największa zmiana dotyczy przedziału pierwszych dwóch sekund.

Ryc. 7. Procentowy rozkład pola statokinezoqramu - grupa B -na ziemi.



Ryc. 8. Procentowy rozkład pola statokinezoqramu - grupa B -na podeście



Widać wyraźnie, że największe zmiany zachodzą w pierwszych trzech przedziałach (do szóstej sekundy) natomiast kolejne mają charakter osobniczy.

### Dyskusja i wnioski

\* Badania potwierdziły, że niewielka zmiana wysokości względem podłoża zakłóca w sposób wyraźny pracę systemu kontroli ciała. Reakcja jest dwójaka gdyż u 50% osób następuje pogorszenie kontroli postawy ciała, a u kolejnych 50% polepszeniu. W grupie, w której nastąpiło pogorszenie stopień zakłócenia  $Z = 0,54$  uważa się za wysoki, gdyż jest on większy niż w teście z przewrotami i większy niż u zawodniczek po walkach judo.

\* Nie stwierdzono zależności pomiędzy polem wyjściowym statokinezoqramu  $S_0$ , a stopniem zakłócenia kontroli postawy ciała która to występowała zarówno w testach z przewrotami, jak i walkach judo. Sugeruje to inny mechanizm zmiany kontroli postawy ciała.

\* Bardzo wysoka siła związku ( $R^2 = 0,74$ ) pomiędzy wysokością ciała, a stopniem zakłócenia kontroli postawy ciała przy oczach otwartych i jednocześnie brak tego związku przy oczach zamkniętych zdają się potwierdzać istotny wpływ sygnału wizyjnego na pracę tego systemu.

\* Analiza zmian pola statokinezoqramu zachodząca w dwusekundowych przedziałach pozwala stwierdzić, że:

- w grupie, w której nastąpiło pogorszenie kontroli postawy ciała po wejściu na podest decydującą rolę odegrały pierwsze dwie sekundy,
- w grupie, w której nastąpiło polepszenie kontroli postawy ciała po wejściu na podest decydującą rolę odegrało pierwsze sześć sekund, chociaż zmiany w kolejnych przedziałach są czysto osobnicze bez jakiegokolwiek prawidłowości.



\* Badania nie przyniosły rozstrzygnięcia o wpływie masy na pracę systemu kontroli postawy ciała lecz powinny być kontynuowane w tym zakresie.

\* Zakłócanie kontroli postawy ciała przez sygnał wizyjny ,oraz bardzo niewielka zmiana przy oczach zamkniętych sugerują wpływ psychiki na ten proces ,więc konieczność dalszych badań z udziałem psychologów .

## References.

- [1]. Winter D. A. Human balance and posture control during standing and walking. *Gait & Posture*, 1995,3, 193-214.
- [2]. Kowalska S. i wsp. „Zastosowanie statokinezyometrii do oceny stanu narządu równowagi”, *Medycyna Pracy* 1990, nr 41, 397.
- [3]. Kubiczkowa J. „Rola posturografii w medycynie lotniczej” *Medycyna Lotnicza*, 1998, nr 3, 301-309.
- [4]. Jaskólski A. „Anatomia fizjologii wysiłku fizycznego" AWF Wrocław 2002.
- [5]. Collins J.J., De Luca C.J., “Open-loop and closed-loop control of posture: random-walk analysis of center-of-pressure trajectories” *Experimental brain research*, 1993, vol. 95, 308-318.
- [6]. Perrot C., Deviterne D., Perrin Ph. P. “Influence of training on postural and motor control in a combative sport” *Journal Human Movement Studies*. 1998, 35, 119-136.
- [7]. Kochanowicz K. „Badania diagnostyczne w procesie doboru i selekcji" w „Trening" 2001/3.
- [8]. Błaszczyk J. W., Lowe D. L., Hansen P. D. Ranges of postural stability and their changes in the elderly. *Gait & Posture*, 1994,2, 11-17.
- [9]. Samołyk A., Wierzbicka-Damska I., Witkowski K. „The influence of judo training on posture control in quiet standing” *University School of Physical Education in Wrocław, Department of Physiology - materiały pokonferencyjne Bratysława 13-14.11.2003*.
- [10]. Kochanowicz K., Taniewski M. „Badanie układu równowagi młodocianych gimnastyków” *Sport Wyczynowy* 1999, nr 5-6.
- [11]. Witkowski K., Stefaniak T., Kuźmiński J. „Ocena równowagi ciała u chłopców trenujących judo” *Acta of Bioengineering and Biomechanics* 2004, vol. 6, sup 1.
- [12]. Leśniewicz B. „Znaczenie badania narządu równowagi u sportowców wyczynowych” *Medycyna Sportowa* 1988, nr 4,10-13.
- [13]. Błach W. „Amplituda maksymalnych swobodnych wychyleń ciała zawodników dżudo i studentów AWF w płaszczyźnie strzałkowej” *Człowiek i Ruch- Human Movement*, 2001, Nr 2(4), 82-86.
- [14]. Bosek M, Pujszo R, Pyskir M, Grzegorzewski B, Błach W. „Wpływ wybranych ćwiczeń fizycznych na system kontroli postawy człowieka” *Medycyna Sportowa* 2004, vol. 20, nr 5, 247-253.

Autorzy składają podziękowania sponsorowi badań – AJG 2 z Bydgoszczy