

Ryszard Pujszo¹, Henryk Skorupa¹, Mirosław Smaruj², Adam Marek²

¹ Studium Wychowania Fizycznego i Sportu, Uniwersytet Kazimierza Wielkiego, Bydgoszcz

² Zakład Teorii Sportu, Akademia Wychowania Fizycznego i Sportu, Gdańsk

Corresponding author: Pujszo Ryszard Ph.D. Kazimierz Wielki University Bydgoszcz Poland.

85-064 Chodkiewicza 30.p.031

e mail: rychu54@interia.pl

Wydolność fizyczna tlenowa, a kontrola postawy ciała nie trenujących kobiet

Aerobic physical capacity and control of posture in non-training women students.

Streszczenie.

Obserwacje własne podczas zawodów sportowych, podczas treningów wyczynowych sportowców, jak również w trakcie intensywnych zajęć rekreacyjnych pozwalają stwierdzić pewien wpływ zmęczenia fizycznego na pracę systemu kontroli postawy ciała.

Wielokrotnie można zaobserwować sportowców słaniających się na nogach ze zmęczenia po wielkim wysiłku, jednak nie można było dotychczas określić czy jest to zaburzenie pracy całego systemu kontroli postawy ciała, czy też wyczerpanie fizjologiczne całego organizmu związane z jego zakwaszeniem.

W niniejszych badaniach postanowiono sprawdzić jak mocno zakłóca kontrolę postawy ciała (równowagę) standardowy wysiłek potrzebny do określenia maksymalnego pułapu tlenowego metodą pośrednią Astrand – Ryhming. Jednocześnie podjęto próbę znalezienia związku pomiędzy wydolnością fizyczną, a poziomem kontroli postawy ciała zakłóconym właśnie przez wysiłek fizyczny.

Abstract

Unsteady athletes have been commonly seen after completion of a very intensive effort but it has been difficult to claim so far, whether such a state is a result of a perturbation of the postural control system or physiological exhaustion of an organism due to its acidification. The focus of the study is to assess how much a standard effort, necessary to determine maximal oxygen intake by the indirect Astrand-Ryhming method, perturbs the postural control system.

At the same time an attempt has been made to find a relationship between physical capacity and the level of postural control disturbed by physical effort. 18 women students of different specializations (except for Physical Education) at the Kazimierz Wielki University participated in the research. All the students declared themselves as non-training ones.

Two trial tests were performed in the morning from 10.00 to 12.00h: Test 1 disturbing postural stability and PWC₁₇₀ test on the rowing ergometer. Two other trial tests followed in the afternoon from 16.00 to 18.00h: Test 2 disturbing postural control and Test 3 (standard effort on the rowing ergometer).

The rate of perturbation of postural control measured by Test 1 was very similar to the results obtained from the same test during other investigations; the rate of perturbation of postural control measured by Test 2 was significantly higher than in Test 1 at the level of significance $p < 0.001$; the rate of perturbation of postural control measured by Test 3 was significantly higher than in Test 1 at the level of significance $p < 0,001$ and very similar to the result in Test 2 – differences insignificant statistically.

PWC₁₇₀ test result showed the mean value of physical capacity slightly higher than in non-training subjects and coincident with the results obtained in other investigations.

Aerobic effort significantly disturbs postural control. No relationship has been observed between physical capacity and postural control perturbations caused by physical effort. No correlation has been observed between postural control perturbations imposed by rotation and those imposed by physical effort.

Different curves for postural control perturbation drop and postwork HR drop may suggest lack of any relationship between these processes and indirectly confirms the second conclusion.

Słowa kluczowe: kontrola postawy ciała, wysiłek tlenowy

Key words: postural control, aerobic, effort, female, statistic

Wstęp

System kontroli postawy ciała jest w ostatnich latach przedmiotem intensywnych badań naukowych. Jednym ze sposobów jego badania jest analiza błędzenia centrum nacisku człowieka. Do rejestracji trajektorii ruchu używane są aparaty mierzące położenie centrum nacisku w zależności od czasu, np. posturograf lub platforma balansowa [1,6,8,10,12]. Wiadomo jest, że na działanie tegoż systemu ma wpływ wiele czynników, zarówno zewnętrznych jak i wewnętrznych: zmęczenie, zdenerwowanie, ciśnienie atmosferyczne, temperatura otoczenia, wysokość obserwacji w tym również ćwiczenia fizyczne[7].

Wykazano również, że długotrwały trening bogaty w elementy zakłócające równowagę powoduje również trwałe zmiany w kontroli postawy ciała [9], natomiast nie znaleziono żadnych publikacji mówiących czy dobra wydolność fizyczna (np. tlenowa) poprawia kontrolę postawy ciała spowodowaną wysiłkiem (np. tlenowym).

Prawidłowa kontrola postawy ciała konieczna przy uprawianiu wielu dyscyplin sportowych (gimnastyka, skoki, lotnictwo i in.) jest również niezbędna w życiu codziennym, w celu bezpiecznego funkcjonowania całego organizmu [2,3,4,5,13,14,15] oraz walce judo [16].

W trakcie badań przeprowadzonych w 2004 roku na zawodniczkach judo w warunkach walki startowej odkryto kilka pojedynczych przypadków dużego zakłócenia kontroli postawy ciała spowodowanego (prawdopodobnie) skrajnym wyczerpaniem fizycznym (walką). Ze względu jednak na inny cel badań przypadki te pozostawiono bez komentarza [19].

W związku z tym postanowiono sprawdzić czy u osób nie trenujących wysiłek fizyczny powoduje zakłócenie kontroli postawy ciała oraz w jakim stopniu w porównaniu z innymi czynnikami. Równocześnie podjęto próbę znalezienia związku pomiędzy wydolnością fizyczną, a kontrolą postawy ciała. Ze względu na to, że osoby nie trenujące nie mogą ze sobą walczyć, zaaplikowano standardowy [21], wysiłek fizyczny na ergometrze wioślarskim Concept II oraz w celu zakłócenia równowagi test z przewrotami. Zastosowano jedną z bardziej znanych i dokładniejszych technik pomiaru pracy systemu kontroli postawy ciała – posturografię. Pomiar polegał na analizie położenia centrum nacisku człowieka (C.O.P.) na specjalną platformę, rejestrowanego przez 32s [8,10]. Spośród wielu obliczanych parametrów do analizy wzięto wyłącznie pole powierzchni rozwiniętej tego statokinezyjogramu, gdyż powszechnie uważa się, że im wyższe wartości przyjmuje ten parametr tym gorsza jest kontrola postawy ciała [3,4,5,7,12].

Materiał i metody badań

W badaniach przeprowadzonych w miesiącu wrześniu 2006 roku, w trakcie obozu naukowo – rekreacyjnego w miejscowości Ustronie Morskie wzięło udział 18 studentek Uniwersytetu Kazimierza Wielkiego. Badania prowadzone były godzinach rannych 10-12, test nr 1 zakłócający równowagę oraz test PWC₁₇₀ na ergometrze wioślarskim. W godzinach popołudniowych 16-18, test nr 2 zakłócający kontrolę postawy ciała oraz test nr 3 (standardowy wysiłek na ergometrze wioślarskim). Badania prowadzono w dużym, wentylowanym pomieszczeniu zamkniętym o temperaturze ok. 20° C.

Test nr 1 zakłócający pracę systemu kontroli postawy ciała polegał na:

- zdjęciu statokinezyjogramu w stanie spokojnym,
- wykonaniu przez osobę badaną 6-ściu przewrotów w przód do pozycji stojącej z obrotem przez to samo ramię w czasie 18 s i następnie ponownym zdjęciu statokinezyjogramu [9].

Test nr 2 zakłócający pracę systemu kontroli postawy ciała polegał na:

- zdjęciu statokinezyjogramu w stanie spokojnym,
- wykonaniu przez osobę badaną 6-ściu przewrotów w przód do pozycji stojącej z obrotem przez to samo ramię w czasie 12 s i następnie ponownym zdjęciu statokinezyjogramu [9].

Test nr 3 zakłócający pracę systemu kontroli postawy ciała polegał na:

- zdjęciu statokinezyjogramu w stanie spokojnym
- wykonaniu wysiłku fizycznego na ergometrze wioślarskim ConceptII – osoba badana dokonuje przejazdu w czasie ok. 3 minut dochodząc łagodnie do tętna 166/min. a następnie przez kolejne 3 min. utrzymuje to tętno osiągając stan równowagi funkcjonalnej. Po wysiłku następuje ponowne zdjęcie statokinezyjogramu w stanie spokojnym(9).

Test PWC₁₇₀ – polegał na wykonaniu dwu wysiłków na ergometrze wioślarskim Concept II po 5 min. każdy o wzrastającej mocy i podzielonych 5 –cio minutową przerwą.

Osoby badane deklarowały dobra dyspozycje psychiczną, niezakłócony stan fizjologiczny oraz brak wcześniejszych urazów neurologicznych i narządów ruchu. Wszystkie pomiary dokonane zostały przy oczach otwartych na urządzeniu platforma tensometryczna – posturograf (prod. Wojskowe Zakłady Medycyny Lotniczej), ze standardowym oprogramowaniem. Do analizy zmian zachodzących w pracy systemu kontroli postawy ciała zaproponowano S_i – pole powierzchni rozwiniętej statokinezyjogramu, $i = 0, 1, 2, 3$.

$i = 0$ - pole powierzchni w stanie spokojnym,

$i = 1$ - pole powierzchni po zakłóceniu przewrotami, test 1,

$i = 2$ - pole powierzchni po zakłóceniu przewrotami, test 2,

$i = 3$ - pole powierzchni po zakłóceniu wysiłkiem fizycznym, test 3.

Obliczono również względną zmianę pola powierzchni stabilogramu, zwaną dalej stopniem zakłócenia kontroli postawy ciała Z_1, Z_2, Z_3

$$Z_1 = \frac{S_1 - S_0}{S_0} \quad , \quad Z_2 = \frac{S_2 - S_0}{S_0} \quad , \quad Z_3 = \frac{S_3 - S_0}{S_0} \quad \text{Eqn.1-3}$$

W celu dokładniejszej analizy podzielono pole statokinezyjogramu po wysiłku fizycznym na 16 dwusekundowych przedziałów i porównano zmiany pola statokinezyjogramu ze zmianami powysiłkowymi tętna.

Wyniki opracowano metodami statystycznymi z użyciem programu *Statistica*.

Wyniki

Podstawowe dane antropometryczne badanej grupy przedstawiono w Tabeli 1.

Tabela 1. Dane antropometryczne badanych studentek.

Liczność grupy	Wiek (lata)	Zakres (lata)	Wysokość (m)	Zakres (m)	Masa (kg)	Zakres (kg)	BMI (kg/m ²)	Zakres (kg/m ²)
n=18	23,5	20,2-24,5	1,685	1,58-1,78	61,2	50,0-71,1	21,5	18,1-26,3

W Tabeli 2 przedstawiono średnie wyniki pomiarów pola powierzchni statokinezyjogramów i średnie wartości stopnia zakłócenia kontroli postawy ciała testem nr 1, testem nr 2.

W Tabeli nr 3 przedstawiono średnie wyniki pomiarów pola powierzchni statokinezyjogramów i średnie wartości stopnia zakłócenia kontroli postawy ciała testem nr 3 (wysiłkowym), oraz wyniki testu PWC₁₇₀.

Tabela 2. Średnie wyniki pomiarów pola powierzchni statokinezyjogramów, oraz stopnia zakłócenia kontroli postawy ciała w testach nr 1 i 2.

Liczność grupy	S ₀ (mm ²)	Zakres S ₀ (mm ²)	S ₁ (mm ²)	Zakres S ₁ (mm ²)	Z ₁	Zakres Z ₁	S ₂ (mm ²)	Zakres S ₂ (mm ²)	Z ₂	Zakres Z ₂
n= 18	186,1	98-550	291,3	115-684	0,58+0,34	-0,14-1,6	377,7	147-910	1,07+0,73	-0,1-2,4

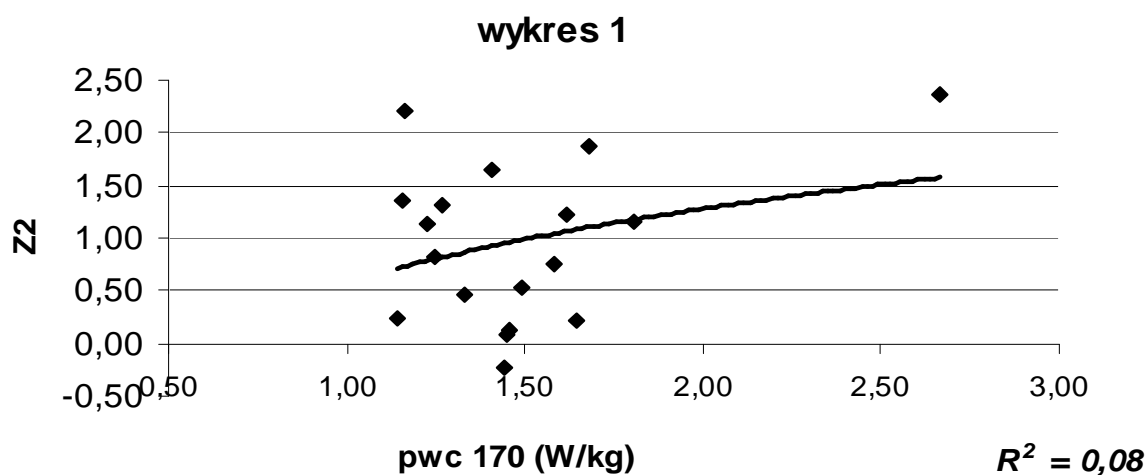
Tabela 3. Średnie wyniki pomiarów pola powierzchni statokinezyjogramów oraz stopnia zakłócenia kontroli postawy ciała w teście nr 3 i PWC₁₇₀.

Liczność grupy	S ₀ (mm ²)	Zakres S ₀ (mm ²)	S ₃ (mm ²)	Zakres S ₃ (mm ²)	Z ₃	Zakres Z ₃	PWC ₁₇₀ (W)	Zakres (W)	PWC ₁₇₀ /masa (W/kg)	Zakres (W/kg)
n= 18	182,8	68-394	322,7	132-806	0,96+0,75	-0,23-2,4	90,2+23,6	61,1-168	1,49+0,35	1,14-2,7

Wstępna analiza danych wykazała:

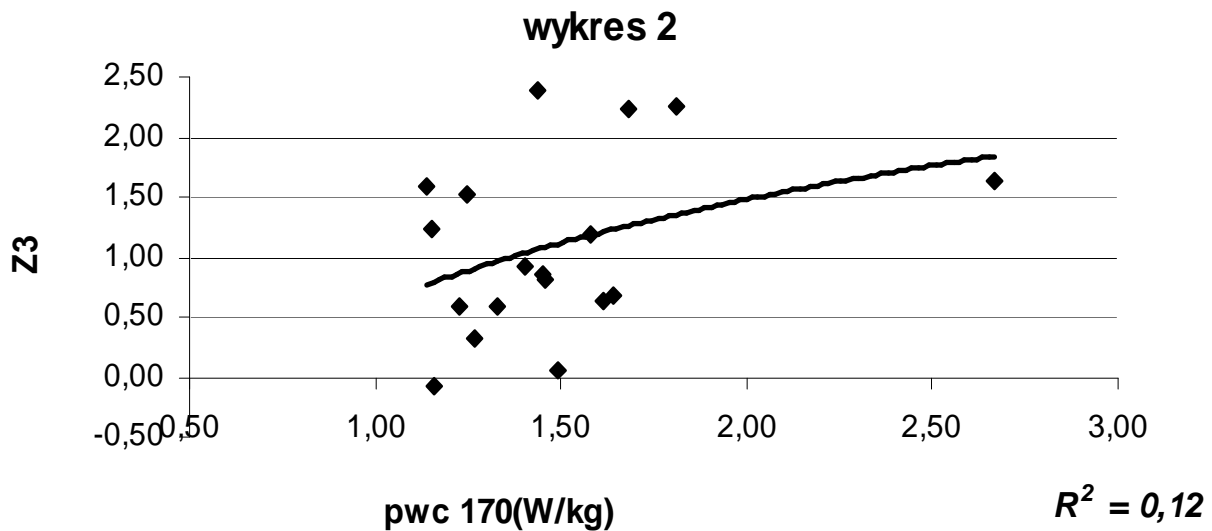
- stopień zakłócenia kontroli postawy ciała testem nr 1 okazał się bardzo zbliżony do wyników uzyskanych tym samym testem w trakcie innych badań.
- stopień zakłócenia kontroli postawy ciała testem nr 2 okazał się zdecydowanie wyższy niż w teście nr 1 na poziomie istotności $p < 0,001$.
- stopień zakłócenia kontroli postawy ciała testem nr 3 okazał się zdecydowanie wyższy niż w teście nr 1 na poziomie istotności $p < 0,001$, oraz bardzo podobny do wyniku w teście nr 2 – różnica nieistotna statystycznie.
- wynik testu PWC₁₇₀ pokazał wartość średnią wydolności fizycznej nieco wyższą niż osób nie trenujących, zbliżoną z wynikami uzyskanymi w innych badaniach.

Na wykresie na Ryc.1 przedstawiono zależność między kontrolą postawy ciała w teście nr 2, a wydolnością fizyczną uzyskaną w teście PWC₁₇₀. Na wykresie na Ryc. 2 przedstawiono zależność między kontrolą postawy ciała w teście nr 3, a wydolnością fizyczną uzyskaną w teście PWC₁₇₀.



Ryc. 1. Zależność Z_2 w funkcji PWC₁₇₀

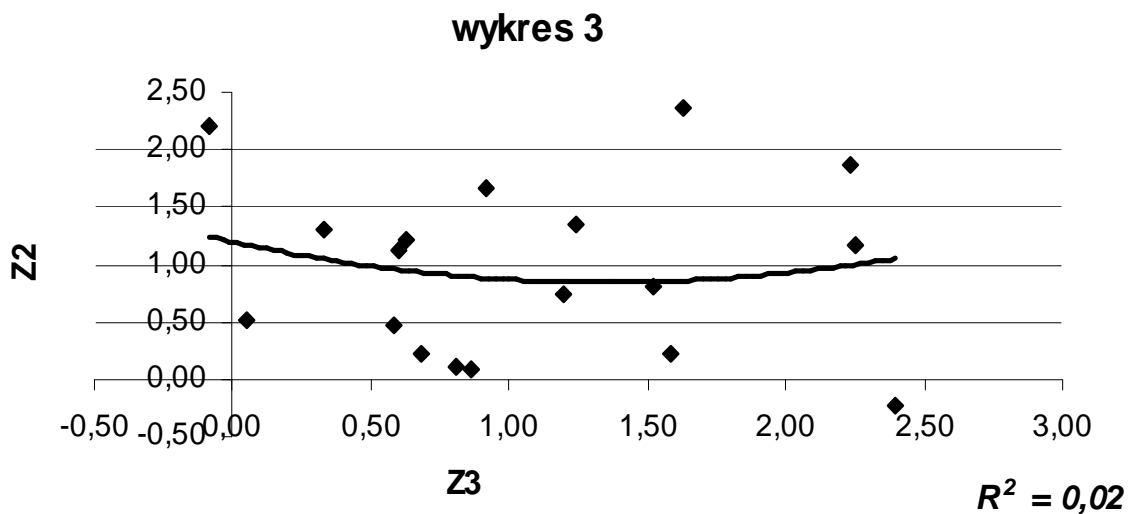
Wykres przedstawia całkowity brak zależności między zmiennymi – rozkład punktów jest chaotyczny, natomiast współczynnik determinacji $R^2 = 0,08$ bardzo niski



Ryc.2. Zależność Z_3 w funkcji PWC₁₇₀.

Wykres przedstawia całkowity brak zależności między zmiennymi – rozkład punktów jest chaotyczny, natomiast współczynnik determinacji $R^2=0,12$ bardzo niski.

W celu sprawdzenia czy istnieje zależność między różnymi sposobami zakłócenia pracy systemu kontroli postawy ciała, na Ryc. 3 przedstawiono wartość zakłócenia Z_2 (test nr 2 – zakłócenie przez ruch obrotowy) w funkcji zakłócenia Z_3 (test nr 3 – zakłócenie przez wysiłek fizyczny).



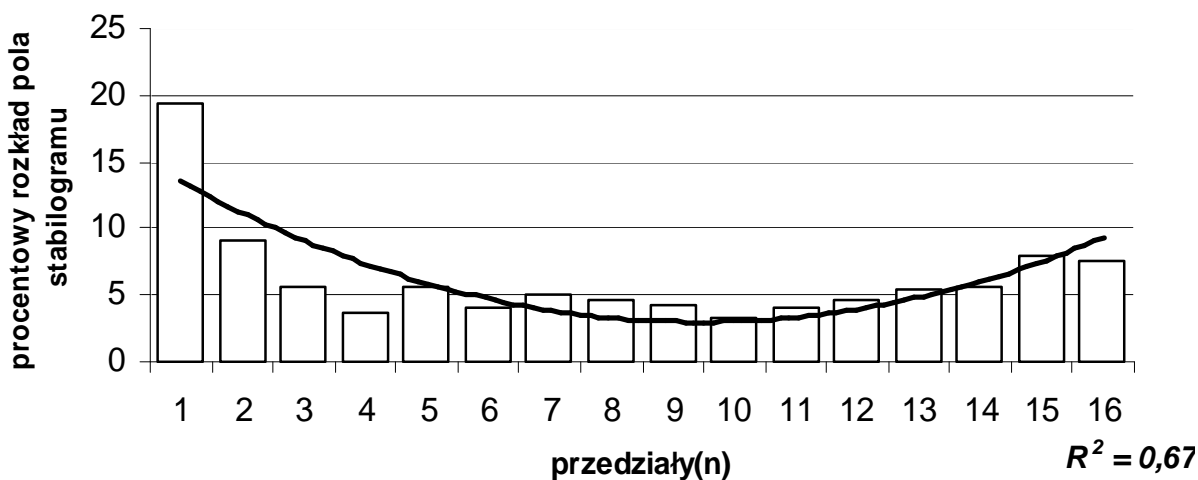
Ryc. 3. Zależność Z_2 w funkcji Z_3 .

Wykres przedstawia całkowity brak zależności między zmiennymi – rozkład punktów jest chaotyczny, natomiast współczynnik determinacji $R^2=0,02$ bliski wartości zero.

W celu dokładnego sprawdzenia przebiegu zakłócenia kontroli postawy ciała przez wysiłek fizyczny podzielono całkowity pomiar pola statokinezygramu na 16 przedziałów – każdy po 2 sekundy, a wielkość pola przedstawiono w procentach (opcja w standardzie oprogramowania).

W tym samym czasie zbadano powysiłkowy spadek tętna, który jest m.in. miernikiem stanu fizjologicznego pobudzenia organizmu. Wyniki przedstawiono na wykresach na Ryc. 4-5.

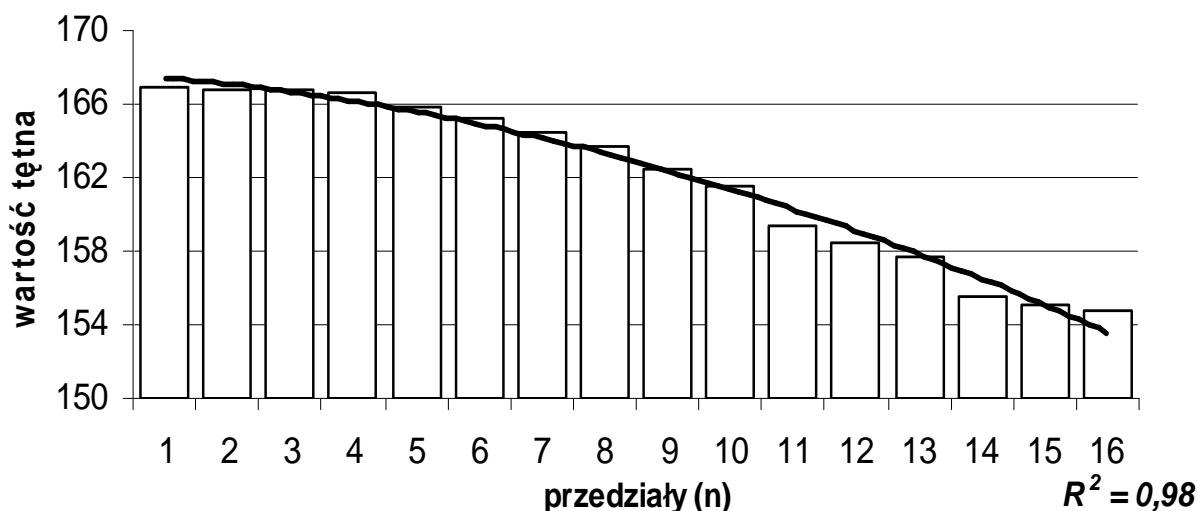
wykres 4



Ryc. 4. Rozkład pola statokinezyjogramu w 16 przedziałach po 2 sekundy

Wykres ma charakter paraboli, o wysokim współczynniku determinacji $R^2=0,67$.

wykres 5



Wykres 5. Rozkład tętna powysiłkowego w 16 przedziałach po 2 sekundy

Wykres ma charakter paraboli, o bardzo wysokim współczynniku determinacji $R^2=0,98$.

Z porównania obu wykresów widać zupełnie inny przebieg procesu zakłócenia kontroli postawy ciała i procesu powysiłkowego spadku tętna, natomiast wysokie współczynniki determinacji w obu przypadkach mówią o osobniczym przebiegu tych procesów.

Dyskusja i wnioski .

Zakłócenie pracy układu kontroli postawy ciała człowieka może odbywać się na wiele sposobów. Jednym z nich najbardziej powszechnym jest zakłócenie równowagi błędniaka wskutek ruchu obrotowego z prędkością minimum 0,8 Radiana/sek.[6].Zjawisko jest dobrze znane i opisane w literaturze w tym również w doniesieniach dotyczących badań na sportowcach[1,2,4,5,22].

Z badań prowadzonych na osobach trenujących sporty bogate w liczne stymulowane zakłócenia równowagi wynika, że organizm ludzki uodparnia się na te zakłócenia czyli podlega klasycznemu treningowi. Sytuację taką opisywano u tancerzy, zawodniczek judo, wołyżerki, a nawet u zawodniczek trenujących amatorsko samoobronę [2,17] oraz w przypadku zmiany wysokości położenia ciała[19].

Inne badania wskazywały jednak, że wiele różnych czynników fizycznych powoduje również zakłócenie kontroli postawy ciała na poziomie zbliżonym do wywoływanego ruchem obrotowym jak głośna muzyka[18], a nawet sugestia związana z efektem „placebo”[20].

W niniejszych badaniach autorzy potwierdzili istotny zakłócający wpływ wysiłku fizycznego na pracę systemu kontroli postawy ciała oraz wykazali, że wartość tego zakłócenia jest wysoka.

Okazało się, że jest wyższa niż w dotychczas stosowanych testach (test nr 1), natomiast identyczna jak w teście o podwyższonej szybkości przewrotów (test nr 2). Z wykresu 1 wynika całkowity brak związku między wydolnością fizyczną a „odpornością” na zakłócenie równowagi wywołane podwyższonym wysiłkiem fizycznym.

Jednocześnie porównanie rozkładu zmiany pola statokinezyjogramu w przedziałach 2-sekundowych ze zmianą spadku powysiłkowego tętna w tych samych przedziałach wskazuje na brak związku pomiędzy fizjologicznym pobudzeniem organizmu wysiłkiem (uwidocznionym tętnem), a reakcją systemu kontroli postawy ciała.

Widoczne na wykresach 4 i 5 przebiegi linii trendu mają zupełnie inny osobniczy charakter (współczynniki determinacji bardzo wysokie $R^2 = 0,67$ i $R^2 = 0,98$), przy czym widoczne jest bardzo silne zakłócenie równowagi w pierwszych dwóch sekundach.

Można więc stwierdzić, że nie zachodzi zjawisko wytrenowania podobne do tego jakie obserwuje się w przypadku ćwiczenia ruchów bogatych w zakłócanie obrotami ciała(17,19).

Również wydolność fizyczna nie ma wpływu na zakłócenie kontroli postawy ciała ruchem obrotowym co wynika z analizy wykresu 2. Analiza wykresu 3 pozwala stwierdzić brak powiązania pomiędzy zakłóceniem kontroli postawy ciała różnymi sposobami ($Z_2 \times Z_3$). Wynika z tego, że osoba „odporna” na zakłócenie wysiłkiem może być równocześnie podatna na zakłócenie ruchem obrotowym i odwrotnie.

Analiza otrzymanych wyników pozwala na poniższe sformułowanie wniosków:

1. Wysiłek fizyczny o charakterze tlenowym w sposób istotny zakłóca kontrolę postawy ciała.
2. Nie stwierdzono zależności pomiędzy wydolnością fizyczną, a zakłóceniem kontroli postawy ciała wywołanym wysiłkiem fizycznym
3. Nie stwierdzono zależności pomiędzy zakłóceniem kontroli postawy ciała wywołanym przez ruch obrotowy, a wywołanym przez wysiłek fizyczny.
4. Stwierdzono różny przebieg krzywej spadku zakłócenia kontroli postawy ciała w porównaniu z krzywą spadku powysiłkowego tętna co sugeruje brak powiązania pomiędzy tymi procesami i pośrednio potwierdza wniosek 2.

References

- [1]. Błach W., Amplituda maksymalnych swobodnych wychyleń ciała zawodników dżudo i studentów AWF w płaszczyźnie strzałkowej [Amplitude of max free deflections of judo competitors' and PE Higher Schools students' Dobies in planum saggitale], Human Movement, 2001, 2 (4), 82-86.
- [2]. Collins J.J., de Luca C.J., Open-loop and closed-loop control of posture: random-walk analysis of center-of-pressure trajectories, Exp Brain Res, 1993, 95, 308-318.
- [3]. Kowalska S., Sułkowski W., Bazydło-Golińska G., Sobczak Z., JóŹwiak Z., Zastosowanie statokinezmometrii do oceny stanu narządu równowagi [The statokinesometry in the assessment of balance organ condition], Medycyna Pracy, 1990, 41, 397-9.
- [4]. Winter D. A., Human balance and posture control during standing and walking, Gait and Posture, 1995, 3, 193-214.
- [5]. Błaszczyk J. W., Lowe D. L., Hansen P. D., Ranges of postural stability and their changes in the elderly, Gait and Posture, 1994, 2, 11-17.
- [6]. Jaskólski A., Anatomia fizjologii wysiłku fizycznego [Anatomy of physical effort physiology], Wrocław: AWF, 2002.
- [7]. Bosek M., Pujszo R., Pyskir M., Grzegorzewski B., Błach W., Wpływ wybranych ćwiczeń fizycznych na system kontroli postawy człowieka [Influence of chosen physical exercises on the control system of human's posture], Medycyna Sportowa, 2004, 20 (5), 247-253.

- [8]. Kochanowicz K., Taniewski M., Badanie układu równowagi młodocianych gimnastyków [Balance system in Adolescent Gymnasts], *Sport Wyczynowy*, 1999, 5-6, 72-75.
- [9]. Kubiczkowa J., Rola posturografii w medycynie lotniczej [Posturography and its role in air force medicine], *Medycyna Lotnicza*, 1998, 3, 301-309.
- [10]. Leoeniewicz B., Znaczenie badania narządu równowagi u sportowców wyczynowych [Importance of balance organ examination in professional sportspersons], *Medycyna Sportowa*, 1988, 4, 10-13.
- [11]. Perrin P., Deviterne D., Hegel F., Perrot C., Judo, better than dance, develops sensorimotor adaptabilities involved in balance control, *Gait and Posture*, 2002, 15, 187-194.
- [12]. Perrot C., Deviterne D., Perrin Ph. P., Influence of training on postural and motor control in a combative sport, *J Hum Movement Stud*, 1998, 35, 119-136.
- [13]. Perrot C., Mur J., M., Mainard D., Barrault D., Perrin P., Influence of trauma induced by judo practice on postural control, *Scand J Med Sci Spor* 2000, 10, 292-297.
- [14]. 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 - post-conference paper Bratysława 13-14.11.2003.
- [15]. Witkowski K., Stefaniak T., KuŹmiński J., Ocena równowagi ciała u chłopców trenujących judo [Body balance assessment in boys practicing judo], *Acta of Bioengineering and Biomechanics*. 2004, 6, sup 1.
- [16]. Błach W., Pujso R., Pyskir M., Adam M., Kontrola postawy ciała zawodniczek judo (badania pilotażowe) [Body postural control in female judo competitors (pilot survey)] *Research Yearbook*. 2005;11: 30-36
- [17]. Kochanowicz K., Badania diagnostyczne w procesie doboru i selekcji [Diagnostic survey in selection process] *Trening* 2001, 3, 61-78.
- [18]. Adam M., Laskowski R., Pujso R., Smaruj M., Wolska B., Sybilski Z., Natężenie dźwięku i odporność na stres a kontrola postawy ciała [Sound intensity and resilience to stress vs postural control] [In:] *Człowiek – jego bioelektroniczna konstrukcja a percepcja muzyki* [A human being – his bioelectronic construction and musical perception] [Ed.] Adamski A., Kęty, 2006.
- [19]. Pujso R., Błach W., Pyski M., Skorupa H., Szymański T., Wpływ zmiany wysokości na kontrolę postawy ciała [Influence of altitude changes on postural control], *Medycyna Sportowa*, 2006, nr 1, 17-22.

- [20]. Pujszo R., Skorupa H., Smaruj M., Sybilski Z., Wolska B., Koncentracja uwagi i efekt placebo w kontroli postawy ciała [In:] Człowiek - jego bioelektroniczna konstrukcja, a percepcja muzyki [A human being - his bioelectronic construction and musical perception] [Ed.] Adamski A., Kęty, 2006, 77-83.
- [21]. Pujszo R., Wydolność fizyczna studentek I roku Akademii Bydgoskiej – rok akademicki 2002/2003 [Physical ability of the female first grade students of the Bydgoszcz Academy – 2002/2003 academic year], Kultura Fizyczna, 2004, nr 7-8 (58), 16-18.
- [22]. Mesure S., Cremieux J., The effect of judo training on postural control assessed by accelerometry [In:] Proceeding of the 10th International Symposium on Disorders of Posture and Gait, [Ed.] Brandt Th, New York: Stuttgart, 1992, 302-306.