

Artykuł opublikowany w: Człowiek - jego bioelektroniczna konstrukcja a percepcja muzyki: studium monograficzne, pod red. A. Adamowskiego, Kęty 2006: 84-91  
Published in: Monography: Człowiek - jego bioelektroniczna konstrukcja a percepcja muzyki: studium monograficzne, pod red. A. Adamowskiego, Kęty 2006: 84-91

Ryszard Pujszo<sup>1</sup>, Marek Adam<sup>4</sup>, Radosław Laskowski<sup>4</sup>  
Mirośław Smaruj<sup>2</sup>, Zdzisław Sybilski<sup>3</sup>, Beata Wolska<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Studium Wychowania Fizycznego i Sportu, Uniwersytet Kazimierza Wielkiego, Bydgoszcz

<sup>2</sup> Zakład Teorii Sportu, Akademia Wychowania Fizycznego i Sportu, Gdańsk

<sup>3</sup> Instytut Psychologii, Uniwersytet Kazimierza Wielkiego, Bydgoszcz

<sup>4</sup> Zakład Judo Akademia Wychowania Fizycznego i Sportu, Gdańsk

Corresponding author: Pujszo Ryszard  
e-mail: rychu54@interia.pl

## **Natężenie dźwięku i odporność na stres a system kontroli postawy ciała**

### **Power of sound and resistance to stress in body posture control**

#### **Streszczenie**

W poniższych badaniach zajęto się wpływem natężenia fali akustycznej pochodzącym z muzyki techno na pracę systemu kontroli postawy ciała człowieka. Stwierdzono istotną zależność między natężeniem dźwięku, a pracą tego systemu (pogorszenie) przy czym zmiana ta zdaje się narastać skokowo do określonej wartości i stabilizować się pomimo dalszego wzrostu natężenia. Występowały również pojedyncze polepszenia, których liczba malała jednak wraz ze wzrostem natężenia fali dźwiękowej. W przypadku maksymalnego natężenia pojawiła się dość wyraźna zależność stopnia zakłócenia kontroli postawy ciała i odporności na stres oznaczonej testem psychologicznym.

**Słowa kluczowe:** natężenie dźwięku, kontrola postawy ciała, psychologia.

## **Abstract**

In the following research the authors dealt only with the influence of the volume of an acoustic wave coming from techno music on the functioning of the human body posture control system. They ascertained significant dependence between the volume of sound and the functioning of this system (deterioration) and this change seems to increase stepwise up to a definite value and stabilize in spite of further increase of volume. Single improvements occurred as well and their number decreased along with the increase of volume of the sound wave. In case of maximum volume quite clear dependence between the degree of disturbance of the body posture control and resistance to stress defined by a psychological test occurred.

**Key words:** volume of sound, body posture control, psychology.

## **Wstęp**

Badając wpływ różnego rodzaju czynników na pracę systemu kontroli postawy ciała nie można pominąć dźwięku obecnego zawsze w codziennym życiu człowieka i docierającym do niego za pomocą narządu słuchu z różnym natężeniem i w różnym czasie ekspozycji. Człowiek otoczony jest dźwiękami zarówno w domu, w pracy (teatr, dyskoteka, markety, sale koncertowe, inne miejsca użyteczności publicznej), jak również podczas zawodów sportowych (fitness, tańce, gimnastyka, akrobatyka). Fizjologia wyznaczyła już podstawowe progi tolerancji organizmu człowieka na różne natężenie fali dźwiękowej określając poziom 90 (dB) powyżej którego dźwięki stają się dokuczliwe oraz poziom 120 (dB) jako tzw. próg bólu. W badaniach zajęto się wpływem popularnej muzyki techno na pracę systemu kontroli postawy ciała oraz określeniem czy odporność osobnicza na stres ma związek z pracą tego systemu.

Jednym ze sposobów badania systemu kontroli postawy ciała 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 [1,8,10,12]. Otrzymuje się krzywą o skomplikowanym kształcie tzw. statokinezyogram. Spośród wielu obliczanych parametrów do analizy wzięto wyłącznie pole powierzchni rozwiniętej tego statokinezyogramu, gdyż powszechnie uważa się, że im wyższe wartości przyjmuje ten parametr tym gorsza jest kontrola postawy ciała [3,4,5,7,12]. W celu określenia stanu psychicznego osoby badanej zastosowano popularny test z zakresu psychologii [18]. Wiadomo jest, że na działanie tegoż systemu ma wpływ wiele czynników, zarówno

zewnątrznych jak i wewnętrznych: zmęczenie, zdenerwowanie, ciśnienie atmosferyczne, temperatura otoczenia, wysokość obserwacji i inne [6,7,8]. Również związki chemiczne: alkohol, narkotyki, niektóre leki [6,7] powodują zmiany funkcjonowania tego systemu. Wykazano również, że długotrwały trening bogaty w elementy zakłócające równowagę powoduje również trwale zmiany w kontroli postawy ciała [9].

Podobne zjawisko obserwowano również wśród zawodniczek judo [19].

Prawidłowa kontrola postawy ciała konieczna przy uprawianiu wielu dyscyplin sportowych (gimnastyka, skoki, lotnictwo, sporty walki) jest również niezbędna w życiu codziennym w celu bezpiecznego funkcjonowania całego organizmu [2,3,4,5,13,14,15,16]. W trakcie badań przeprowadzonych w 2004 roku na zawodniczkach judo w warunkach walki startowej odkryto nieoczekiwanie wpływ czynnika psychicznego na pracę systemu kontroli postawy ciała.

Ze względu na to że muzyka jest wszechobecna w sporcie bądź to jako składnik w rywalizacji sportowej (lub rozgrzewki), bądź też jako stymulant o różnym natężeniu postanowiono sprawdzić jej wpływ na kontrolę postawy ciała oraz powiązać z jej natężeniem osobniczą odporność na stres. W celu określenia stanu psychicznego osoby badanej zastosowano popularny test z zakresu psychologii [18].

### **Materiał i metody badań**

W badaniach przeprowadzonych w miesiącu wrześniu 2005 roku, w trakcie obozu naukowo – rekreacyjnego w miejscowości Unieście wzięło udział 20 studentek Uniwersytetu Kazimierza Wielkiego. Pomiaru prowadzono zawsze między godz. 14-16, a poprzedzone były testem psychologicznym (Luschnera). Sala nagłośniona była z czterech kolumn ustawionych w kwadrat 6 x 6m podłączonych do popularnego zestawu „wieża” jednej ze znanych firm europejskich. W środku umieszczono 10 krzeseł w sposób aby w każdym miejscu panowało pożądane natężenie dźwięku. Pomiaru dokonywano miernikiem poziomu dźwięku P-01 połączonym z analizatorem oktawowym F-01, firmy Sonopan. Osobom badanym wykonywano najpierw statokinezygram w ciszy w stanie spokojnym, a następnie wchodziły one do sali co 1 min i siadały na dowolnych krzesłach z obowiązkową zmianą miejsc co 1 min. Czas ekspozycji na daną falę dźwiękową wynosił 10 min. Po tym czasie wykonywano ponownie statokinezygram. Przeprowadzano zawsze jeden pomiar dziennie, w następującej kolejności: 85dB 95dB 105dB 115dB. Aplikowaną falą dźwiękową był utwór

muzyki „techno” odtwarzany z nośnika CD, której rozkład częstotliwości przedstawiono poniżej .

Testy wykonywano w dużym pomieszczeniu zamkniętym o temperaturze 20<sup>0</sup> C. Osoby badane deklarowały dobrą dyspozycję psychiczną, niezakłócony stan fizjologiczny oraz brak wcześniejszych urazów neurologicznych i narządu słuchu. 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<sub>i</sub> – pole powierzchni rozwiniętej statokinezygramu, gdzie i = 0, 1, 2, 3, 4.

i = 0 - pole powierzchni w stanie spokojnym, przed ekspozycją na falę dźwiękową

i = 1 - pole powierzchni w stanie spokojnym, po ekspozycji na falę dźwiękową 85dB

i = 2 - pole powierzchni w stanie spokojnym, po ekspozycji na falę dźwiękową 95dB

i = 3 - pole powierzchni w stanie spokojnym, po ekspozycji na falę dźwiękową 105dB

i = 4 - pole powierzchni w stanie spokojnym, po ekspozycji na falę dźwiękową 115dB

Obliczono również względną zmianę pola powierzchni statokinezygramu, zwaną dalej stopniem zakłócenia kontroli postawy ciała Z<sub>0</sub>, Z<sub>1</sub>, Z<sub>2</sub>, Z<sub>3</sub>.

$$Z_0 = \frac{S_1 - S_0}{S_0} \quad Z_1 = \frac{S_2 - S_0}{S_0} \quad Z_2 = \frac{S_3 - S_0}{S_0} \quad Z_3 = \frac{S_4 - S_0}{S_0}$$

Wyniki testu Luschnera przedstawiono w skali punktowej 0-6 stopniując od niskiej do maksymalnej odporności osobniczej na sytuację stresową .

Wyniki badań opracowano metodami statystycznymi z użyciem programu *Statistica*.

## Wyniki

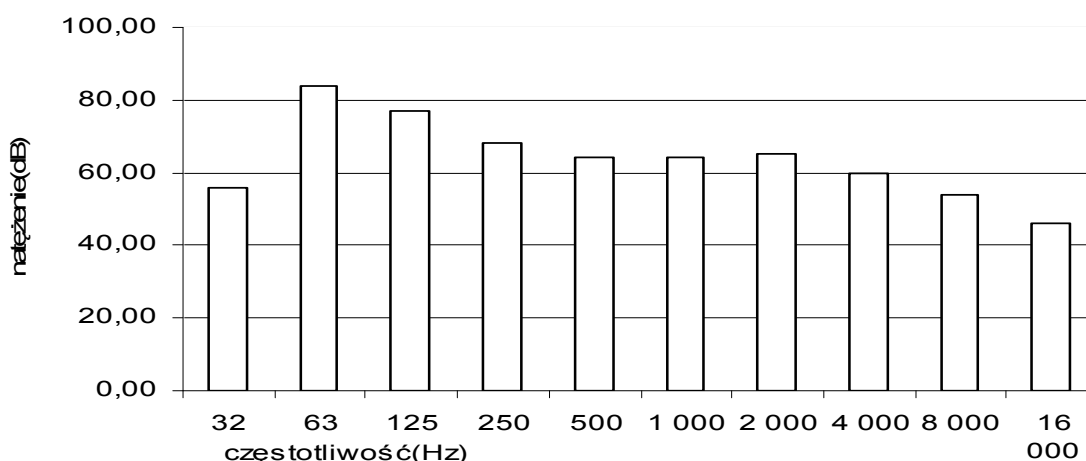
Podstawowe dane antropometryczne badanej grupy przedstawiono w Tabeli 1.

Tabela 1. Dane antropometryczne badanych studentek.

Liczność grupy	Wiek (lata)	Zakres (lata)	Wysokość (m)	Zakres (m)	Masa (kg)	Zakres (kg)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	Zakres (kg/m <sup>2</sup> )
n = 20	20,4 ± 0,6	20 - 22	1,68 ± 0,05	1,58 – 1,77	61,3 ± 7,6	49,3 – 78,4	21,6 ± 2,3	17,9 – 28,1

Charakterystykę częstotliwościową stosowanej fali dźwiękowej dla początkowego natężenia 85(dB) podano na wykresie na Ryc.1.

**wykres 1**



Ryc. 1. Rozkład częstotliwości stosowanej fali dźwiękowej dla natężenia dźwięku 85(dB)

W Tabeli 2 przedstawiono średnie wyniki pomiarów pola powierzchni statokinezyogramów i średnie wartości stopnia zakłócenia kontroli postawy ciała przed i po ekspozycji na falę dźwiękową.

Tabela 2. Średnie wyniki pomiarów pola powierzchni statokinezyogramów i średnie wartości stopnia zakłócenia kontroli postawy ciała przed i po ekspozycji na falę dźwiękową.

Liczność grupy	S <sub>0</sub> (mm <sup>2</sup> )	S <sub>1</sub> (mm <sup>2</sup> )	S <sub>0</sub> (mm <sup>2</sup> )	S <sub>2</sub> (mm <sup>2</sup> )	S <sub>0</sub> (mm <sup>2</sup> )	S <sub>3</sub> (mm <sup>2</sup> )	S <sub>0</sub> (mm <sup>2</sup> )	S <sub>4</sub> (mm <sup>2</sup> )	Z <sub>0</sub>	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	Z <sub>3</sub>
n = 20	239,6 ± 70,3	281,2 ± 120,7	239,4 ± 76,8	333,4 ± 116	241,5 ± 87,6	339,9 ± 168,9	241,8 ± 78,8	338 ± 119,1	0,16 ± 0,27	0,43 ± 0,44	0,44 ± 0,49	0,4 ± 0,14

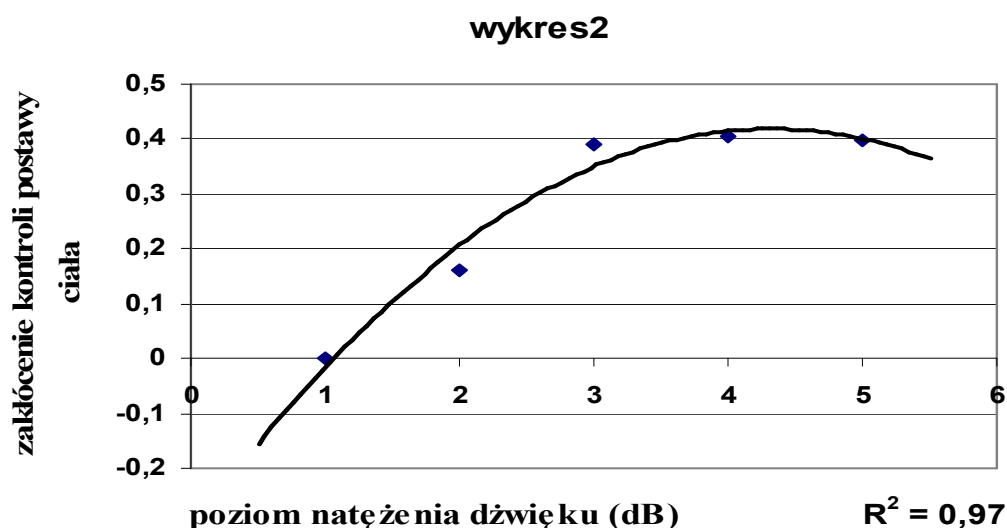
Wyniki testu Luschera mówiącego o odporności osobniczej na stres przedstawiono w analizie wykresowej

Wstępna analiza danych wykazała:

- w przypadku natężenia dźwięku 85dB czyli w granicach tolerancji fizjologicznej pole powierzchni statokinezyogramu wzrosło lecz nie była to zmiana istotna statystycznie na poziomie  $p < 0,05$
- w przypadku natężeni dźwięku 95, 105 ,115 (dB) czyli po przekroczeniu tolerancji fizjologicznej pole powierzchni stabilogramu wzrosło i były to zmiany istotne statystycznie na poziomie  $p < 0,05$

- zmiany pola powierzchni statokinezyogramów dla natężeń dźwięku 95, 105, 115(dB), okazały się względem siebie, statystycznie nieistotne i prezentowały tendencję do stabilizacji
- dla każdego natężenia fali dźwiękowej notowano przypadki niewielkiego polepszenia kontroli postawy ciała .
- w żadnym przypadku nie wystąpiła zależność pomiędzy polem powierzchni statokinezyogramu w stanie spokojnym, a stopniem zakłócenia kontroli postawy ciała ( $Z_{0,1,2,3}$ ) ,zależność taka występowała zawsze przy zakłóceniach mechanicznych.(9,19).

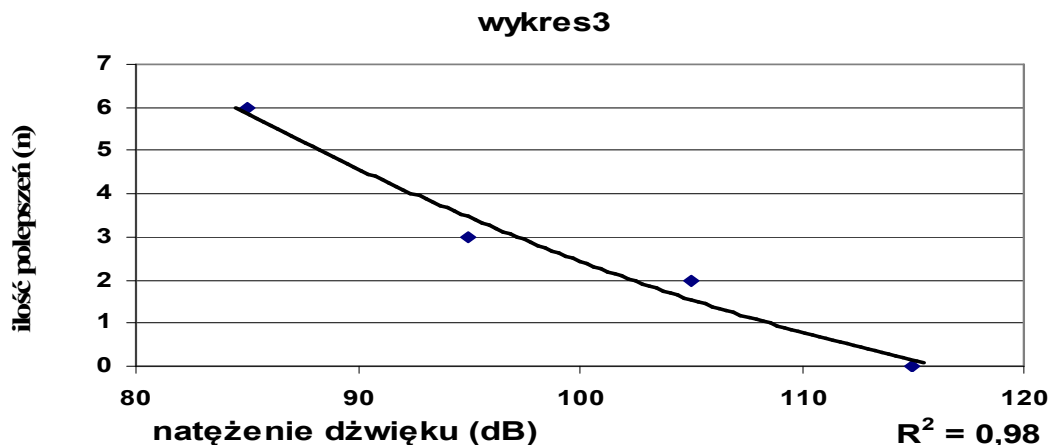
Zmianę kontroli postawy ciała w zależności od natężenia fali dźwiękowej przedstawiono na wykresie na Ryc.2.



Ryc. 2. Zmiana kontroli postawy ciała w funkcji natężenia fali dźwiękowej

Widać wyraźny skokowy wzrost zakłócenia po przekroczeniu fizjologicznej granicy tolerancji, siła związku pomiędzy zmiennymi ( $R^2 = 0,97$ ) jest bardzo wysoka . W punktach 3, 4, 5 wartość stopnia zakłócenia kontroli postawy ciała zdaje się stabilizować .

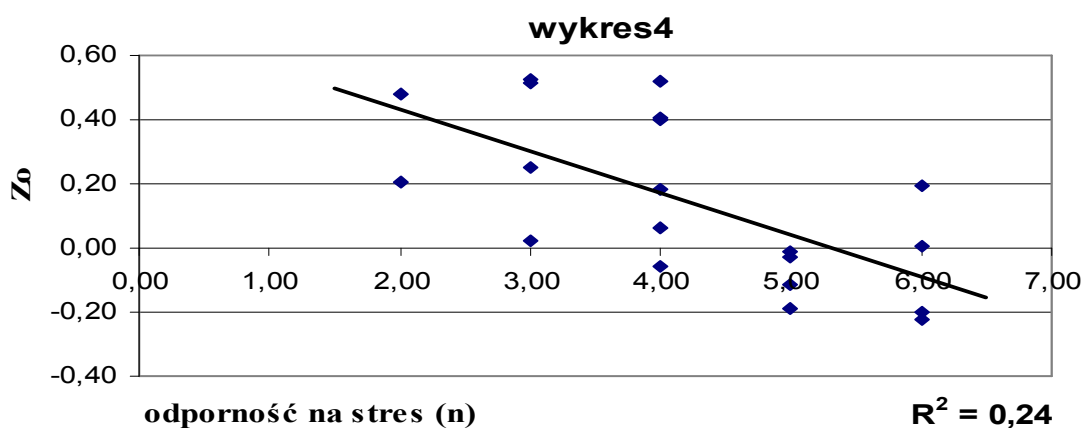
Ponieważ dla każdego natężenia fali dźwiękowej notowano przypadki poprawy kontroli postawy ciała ich liczbę przedstawiono na wykresie 3..



Ryc. 3. Ilość przypadków polepszenia kontroli postawy ciała w funkcji natężenia fali dźwiękowej

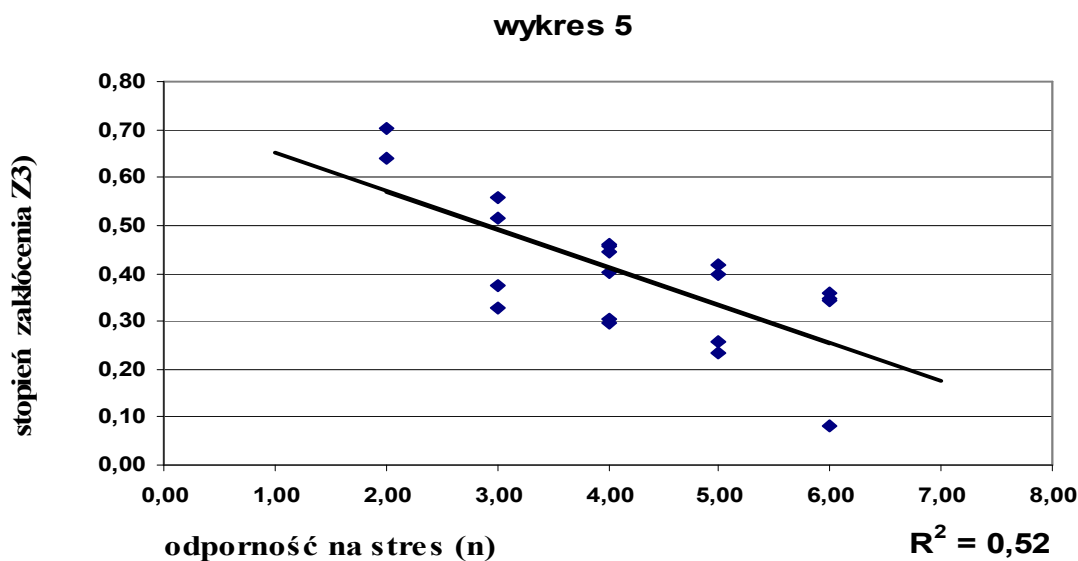
Ilość przypadków polepszenia kontroli postawy ciała jest stosunkowo wysoka w przedziale tolerancji fizjologicznej ( $n = 6$ ), lecz zmniejsza się wraz ze wzrostem natężenia fali dźwiękowej by zupełnie zaniknąć. Siła związku między zmiennymi ( $R^2 = 0,98$ ) jest bardzo wysoka.

Zależność zakłócenia kontroli postawy ciała od odporności na sytuację stresową przedstawiono na wykresie 4 dla natężenia w granicach tolerancji fizjologicznej 85dB, oraz na wykresie 5 dla maksymalnego (bliskiego progowi bólu) natężenia 115dB.



Ryc. 4 Zmiana kontroli postawy ciała w funkcji odporności na stres dla natężenia fali dźwiękowej w granicach tolerancji fizjologicznej (85dB).

Położenie punktów jest chaotyczne, a siła związku ( $R^2 = 0,24$ ) niska i pomimo „widocznego” trendu spadkowego nie upoważnia do wnioskowania.



Ryc.5. Zmiana kontroli postawy ciała w funkcji odporności na stres dla natężenia fali dźwiękowej bliskiej progowi bólu (115dB).

Występuje wyraźna zależność między zmiennymi a siła związku ( $R^2=0,52$ ) jest dość wysoka

### Dyskusja i wnioski

Wpływ fali dźwiękowej na system kontroli postawy ciała człowieka przejawia się na dwa sposoby .Dla natężenia dźwięku w granicach tolerancji fizjologicznej (85dB) zakłócenie kontroli postawy ciała jest niewielkie ( $Z_0=0,16$ ), statystycznie nieistotne, a w 33,3% ( $n = 6$ ) przypadków mamy nawet poprawę wyniku . W przypadku przekroczenia tej granicy (czyli dla 95,105,115 (dB) następuje gwałtowne pogorszenie kontroli postawy ciała ( $Z_1=0,43$ ), które jest statystycznie istotne na poziomie  $p<0,05$  i które dalej wykazuje tendencję do stabilizacji pomimo wzrostu natężenia dźwięku .

Dla natężenia dźwięku w granicach tolerancji (85dB) obserwuje się znaczną liczbę ( $n=6$ ) przypadków poprawy kontroli postawy ciała czego praktycznie nie ma przy maksymalnym natężeniu dźwięku bliskim tzw. progowi bólu (115dB).

Zależność między odpornością na sytuację stresową, a kontrolą postawy ciała wyrażoną przez jej stopień zakłócenia nie występuje dla natężenia fali dźwiękowej w granicach tolerancji (85dB), a pojawia się dopiero jako znaczący związek ( $R^2 =0,52$ ) przy natężeniu bliskiemu progowi bólu (115dB) .



- fala dźwiękowa (reprezentowana przez muzykę techno ) w granicach tolerancji fizjologicznej (85dB) nie przyczynia się do pogorszenia kontroli postawy ciała natomiast występujące przypadki poprawy (uspokojenie), wymagają dalszych badań.
- przekroczenie granicy tolerancji powoduje skokowy wzrost pogorszenia kontroli postawy ciała jednak nie jest to zaburzenie tak duże jak w teście z przewrotami gdzie występuje mechaniczne zakłócenie organizmu, a jednak większe niż u zawodniczek judo w warunkach walki startowej [19].
- stabilizacja wartości stopnia zakłócenia kontroli postawy ciała ( $Z_1 = 0,43$ ,  $Z_2 = 0,44$ ,  $Z_3 = 0,40$  ), pomimo wzrostu natężenia fali dźwiękowej skłania do wniosku o bardzo szybkiej adaptacji aparatu kontroli postawy ciała, gdyż podobne zachowanie obserwowano w przypadku zakłóceń mechanicznych [9].
- Wystąpienie zależności ( $R^2 = 0,52$ ) natężenia fali dźwiękowej z odpornością na stres dopiero przy bardzo dużym poziomie dźwięku (z pogranicza progu bólu) i jednocześnie całkowity brak tej zależności ( $R^2 = 0,24$ ) wcześniej sugerują że sama w sobie fala dźwiękowa nawet o dużym natężeniu nie jest źródłem stresu. Wynik badania jest zgodny z oczekiwaniami, reakcja stresowa pojawia się przy wartościach maksymalnych fali dźwiękowej i w sposób istotny wpływa na stopień kontroli ciała. Osoby o niższym poziomie odporności na stres wykazują wyższy stopień zakłócenia kontroli postawy ciała. Poziom odporności wysoko koreluje z kontrolą postawy ciała w sytuacji stresowej.
- Brak zależności pomiędzy polem statokinezyjogramu w stanie spokojnym ,a stopniem zakłócenia kontroli postawy ciała która występowała w przypadku zakłóceń mechanicznych [9,19] i nie występowała w przypadku zmiany wysokości względem podłoża [20], sugeruje inny mechanizm reakcji na zakłócenie co pośrednio potwierdza wpływ czynnika psychicznego.

## References

1. Błach W. Amplituda maksymalnych swobodnych wychyleń ciała zawodników dzudo i studentów AWF w płaszczyźnie strzałkowej. Człowiek i Ruch- Human Movement, 2001;2(4): 82-86.
2. Leśniewicz B. „Znaczenie badania narządu równowagi u sportowców wyczynowych”, „Medycyna sportowa” , 1988;(4):10-13

3. Witkowski K., Stefaniak T., Kuźmiński J. „Ocena równowagi ciała u chłopców trenujących judo” *Acta of Bioengineering and Biomechanics*; 2004, vol. 6, sup 1.
4. Kochanowicz K., Taniewski M. „Badanie układu równowagi młodocianych gimnastyków” , „Sport Wyczynowy” 1999;(5-6).
5. 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*
6. Jaskólski A. „Anatomia fizjologii wysiłku fizycznego” AWF Wrocław 2002
7. 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.
8. Winter D. A. Human balance and posture control during standing and walking. *Gait & Posture*, 1995;3:193-214.
9. Bosek M, Pujszo R, Pyskir M, Grzegorzewski B, Błach W. „Wpływ wybranych ćwiczeń fizycznych na system kontroli postawy człowieka”, „ *Medycyna Sportowa*” 2004;20(5): 247-253.
10. Colins 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;95; 308-318.
11. Kochanowicz K. „Badania diagnostyczne w procesie doboru i selekcji” w „*Trening*” 2001/ 3.
12. Kowalska S. i wsp. „Zastosowanie statokinezyometrii do oceny stanu narządu równowagi”, „*Medycyna Pracy*” 1990;41:397
13. Kubickowa J. Rola posturografii w medycynie lotniczej., *Medycyna Lotnicza*, 1998; 3: 301-309
14. 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.
15. 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.
16. Perrot C., Mur J. M., Mainard D., Barrault D., Perrin Ph. P. Influence of truma induced by judo practice on postural control. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 2000.10: 292-297.
17. Mesure S., Cremieux J. “ The effect of judo training on postural control assessed by accelerometry.” In: Brandt Th, editor. *Proceeding of the X th International Symposium on Disorders of Posture and Gait*. New York: Stuttgart. 1992: 302-306.

18. Jarvis Matt "Psychologia sportu", Gdańsk, GWP 2003
19. Błach W., Pujszo R., Pyskir M., Marek A. „Kontrola postawy ciała zawodniczek judo (badania pilotażowe) „ Research Yearbook 2005;11: 30-36
20. Błach W., Pujszo R., Pyskir M. , Skorupa H., Szymański T. „Wpływ zmiany wysokości na kontrolę postawy ciała człowieka”.