

**Robert MAŃKOWSKI, Adam KOŹLIK**, Koło Naukowe Analizy Ruchu przy Zakładzie Biomechaniki, Akademia Wychowania Fizycznego, Katowicach

## **WPLYW WIBRACJI PUNKTOWEJ NA PARAMETRY STABILOGRAFICZNE POSTAWY STOJĄCEJ**

Streszczenie. Celem pracy było określenie wpływu zakłócenia mechanicznego proprioceptorów, w postaci przyłożonej punktowo wibracji, na parametry stabilograficzne postawy stojącej. Wibracja punktowa była aplikowana w miejscu największej średnicy przekroju fizjologicznego mięśnia gastrocnemius. W badaniach wzięło udział 13 osób, które wykonywały pięć kolejno następujących po sobie zadań: stanie swobodne, wychylenie w przód, stanie swobodne, wychylenie w tył, stanie swobodne. Wnioski: zaobserwowano, iż w piątej minucie działania wibracji badani wychylali się najdalej w przód, a ich osiągnięte wyniki były statystycznie różne od prób bez wibracji.

### **1. WSTĘP**

Rolą kontroli postawy stojącej człowieka jest utrzymanie rzutu pionowego ogólnego środka ciężkości nad powierzchnią pola podparcia stóp.[1]

Postawa wyprostowana utrzymywana jest dzięki integracji kompleksu aferentnych i eferentnych sygnałów kontrolnych, bazujących na orientacji ciała i informacjach ruchowych, które są przesyłane przez układ wertykalny, wzrokowy i somatosensoryczny. System kontroli równowagi człowieka zawiera sensomotoryczne, mięśniowo-szkieletowe i nerwowe komponenty, skierowane do utrzymania dwóch celów behawioralnych takich jak: orientacja posturalna i równowaga posturalna. Orientacja posturalna odnosi się do pozycji ciała w stosunku do pionu grawitacyjnego i jest charakteryzowana poprzez wychylenie z pozycji pionowej. Równowaga posturalna oznacza balans ciała wokół punktu równowagi. Proprioceptywne wejścia z mięśni posturalnych, a dokładnie z mięśni posturalnych nóg, są ważnymi informacjami w kontroli postawy u człowieka.[2]

Celem niniejszej pracy było sprawdzenie wpływu wibracji punktowej na charakterystyki stabilograficzne postawy stojącej podczas wykonywanych wychyleń.

Wibracje są mechanicznym bodźcem, przekazującym ruch oscylacyjny, którego natężenie określają: amplituda i częstotliwość. Drgania, występujące podczas mechanicznej stymulacji, zakłócają odczuwanie oddziaływania pola grawitacyjnego.[3]

### **2. WPŁYW WIBRACJI**

Silny wpływ na funkcjonowanie mięśni wywierają obciążenia grawitacyjne. Drgania powodują wzrost obciążenia grawitacyjnego w wyniku dużych przyspieszeń przenoszonych na ciało.

Sinusoidalny przebieg bodźca wibracyjnego determinuje również szybkie i krótkotrwałe zmiany długości zespołu mięsień-ścięgno. Zakłócenie to podrażnia receptory czuciowe, co moduluje aktywność mięśni w celu tłumienia sinusoidalnych fal.

Drgania mechaniczne przyłożone do mięśnia lub ścięgna powodują odruchowe napięcie mięśni, nazywane odruchem skurczowym na wibrację. Skurcz ten spowodowany jest pobudzeniem wrzecion mięśniowych prowadzącym do wzrostu aktywności pętli sprzężenia zwrotnego Ia. Odruchowa odpowiedź na bodźce wibracyjne jest przypisywana głównie pobudzeniu wrzecion. Uważa się, że drgania hamują skurcz mięśni antagonistycznych poprzez oddziaływanie neuronów hamujących Ia.

Radykalna poprawa wartości zdolności motorycznych (sprawność układu nerwowego i mięśniowego) w wyniku oddziaływania bodźców wibracyjnych, najprawdopodobniej związane jest ze wzrostem wrażliwości w pętli sprzężenia odruchu na rozciąganie. Okazuje się, że za pośrednictwem neuronów hamujących Ia wibracje ograniczają pobudzanie mięśni antagonistycznych, zawierając wzorce koordynacji wewnątrzmięśniowej, co prowadzi do zmniejszenia sił hamujących, rozwijanych względem osi stawów stymulowanych wibracją.[3]

Przeprowadzone zostały badania, gdzie wibracja punktowa zaaplikowana była na kończynie dolnej, na mięśniu gastrocnemius (GA), o czterech, różnych wartościach częstotliwości ( $f_1=40\text{Hz}$ ,  $f_2=60\text{Hz}$ ,  $f_3=80\text{Hz}$ ,  $f_4=100\text{Hz}$ ). W rezultacie otrzymano wyniki, które mówiły, iż większe wychylenie ciała było zależne od wartości częstotliwości. W tym wypadku, im zastosowana częstotliwość była wyższa, tym większe następowało wychylenie ciała. Wibracja GA wywołała wychylenie się ciała do tyłu. Częstotliwość wibracji nie miała wpływu na kierunek wywołanego pochylenia ciała.

### 3. CEL, PYTANIA, HIPOTEZY ROBOCZE

Celem pracy było sprawdzenie, jak wibracja punktowa przyłożona bilateralnie w na mięśniu gastrocnemius, wpływa na parametry stabilograficzne podczas zadania statycznego. Cel pracy dał podstawę do zadania pytania:

Czy zastosowana częstotliwość i amplituda przyłożonej wibracji była wystarczająca, aby wywołać zmiany w parametrach posturograficznych?

Zgodnie z przyjętym pytaniem badawczym postawiono następujące hipotezy robocze:

- 1) Czy wibracja przyłożona punktowo do mięśnia gastrocnemius powoduje zmiany w parametrach posturograficznych stania swobodnego.
- 2) Czy wibracja o danych parametrach będzie zwiększać przemieszczenie ogólnego środka ciężkości podczas wychylania ciała.

### 4. MATERIAŁ I METODY

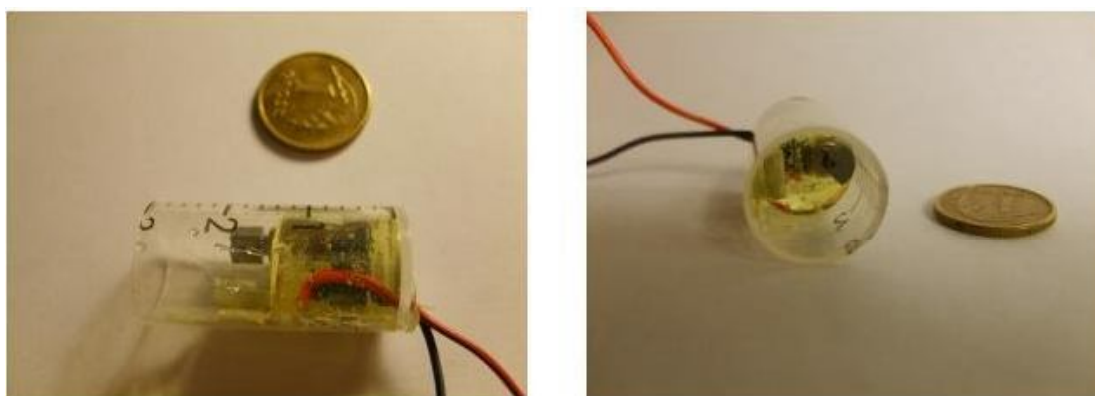
W badaniach uczestniczyło 13 osób o przeciętnej aktywności fizycznej będących studentami Akademii Wychowania Fizycznego w Katowicach i nie skarżących się na dolegliwości związane z narządem ruchu.

Tabela 1. Charakterystyka opisowa badanej grupy

Płeć	n	Wiek [lata]		Masa ciała [kg]		Wysokość ciała [cm]	
		Średnia	Odchylenie standardowe	Średnia	Odchylenie standardowe	Średnia	Odchylenie standardowe
Mężczyźni	6	21,29	0,755	74,12	5,32	177,43	3,64
Kobiety	7	22,00	0,894	58,58	8,87	166,67	7,50
Ogół	13	21,62	0,869	66,95	10,58	172,46	7,83

Przed przystąpieniem do próby, badani zostali poinformowani o istocie pomiaru i zapewnieni o tym, że nie zostaną użyte w stosunku do nich elementy badania, o których nie zostali poinformowani.

Do badań zastosowano urządzenia własnej konstrukcji. Jako ciała drgające użyto silnika na prąd stały z umieszczonym poza osiowo ciężarkiem. Skonstruowane urządzenie charakteryzowało się częstotliwością  $100 \pm 15$  Hz. Cały silnik wraz z okablowaniem został umieszczony w plastikowej tubie, która od wewnątrz została zalana żywicą epoksydową. (Rycina 1) Użycie wypełniacza w postaci żywicy dało pewność, że drgania będą przenoszone na całą konstrukcję.



Rys. 1. Urządzenie wykorzystane w eksperymencie.

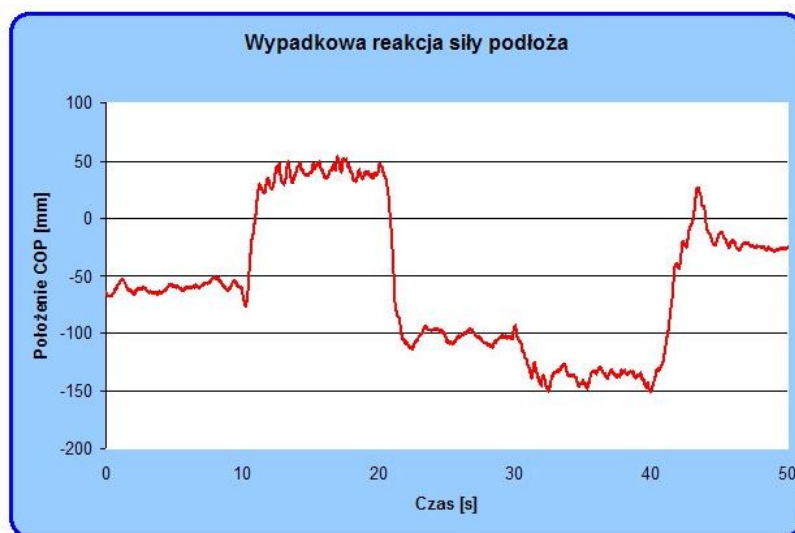
Skonstruowano 4 zestawy silników, które za pomocą sznura były mocowane do mięśnia w miejscu jego największego przekroju poprzecznego. Stymulacja wibracją odbywała się obustronnie. Dokładny obraz montażu silniczków na badanym przedstawia rycina 2.



Rys.2. Sposób mocowania silników.

Badany przed wykonywaniem zadania statycznego, ustawiał się na platformie stabilograficznej w dogodnym dla niego rozstawie stóp. Sekwencja zadania trwającego 50 sekund polegała na 10-sekundowym staniu swobodnym, 10-sekundowym maksymalnym wychyleniu w przód, 10-sekundowym staniu swobodnym, 10-sekundowym maksymalnym wychyleniu w tył i powrocie do pozycji wyjściowej i pozostanie w niej do końca pozostałego czasu próby.

Pierwsza próba wykonywana była bez włączonej wibracji. Kolejne 3 próby wykonywane były z włączonymi urządzeniami, a między zadaniami zawarte były dwie 5-minutowe przerwy. Po zakończonej 4 próbie, urządzenia wyłączono a badani wykonywali ostatnią 5 próbę, po uprzedniej 5-minutowej przerwie. Przykładowy zapis próby przedstawia rycina 3.



Rys.3. Przykładowy zapis próby.

Położenie wypadkowej siły reakcji podłoża (COP *ang. center of pressure*) w płaszczyźnie strzałkowej rejestrowano za pomocą platformy dynamograficznej firmy Kistler. Dla każdego eksperymentu rejestrowano klasyczne parametry amplitudowe stabilogramu – odchylenie

standardowe od średniego położenia COP. Analizowano wartości średnie ze wszystkich pozycji. Do obróbki statystycznej posłużono się pakietem Statistica. Dla każdej uzyskanej wartości został przeprowadzony test kolejności par Wilcoxon.

Zarówno podczas prób z wibracją i bez działania urządzeń, sprzęt wibracyjny przez cały czas był zamontowany na podudziach.

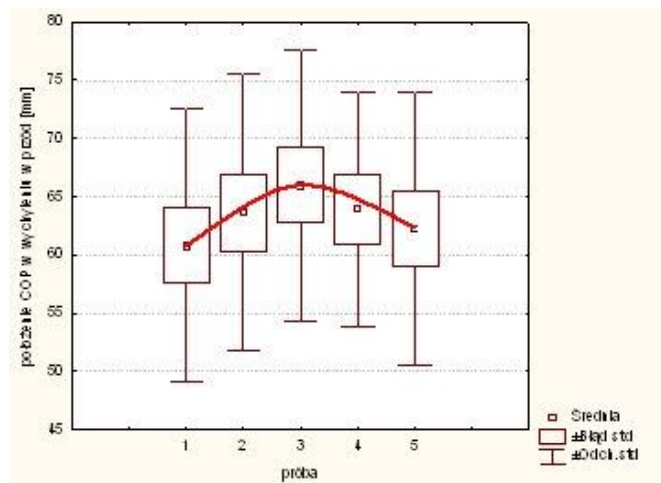
## 5. WYNIKI

Wyniki badania wskazują, że wibracja o określonej częstotliwości i amplitudzie nie wywoływała istotnych różnic podczas stania swobodnego z wibracją. Istotnie statystycznie różnice zaobserwowano wyłącznie w próbie maksymalnego wychylenia w przód. Wyniki przedstawia tabela 2.

Tabela 2. Test kolejności par Wilcoxon

Średnie położenie wypadkowej reakcji siły podłoża w wychyleniu w przód	N	T	Z	Poziom istotności różnic [p]
Próba 1 vs. Próba 2	13	23	1,572	0,116
Próba 1 vs. Próba 3	13	16	2,062	0,039
Próba 1 vs. Próba 4	11	23	0,889	0,374
Próba 1 vs. Próba 5	13	40	0,384	0,701

Co prawda istotnie statystycznie różnice zaobserwowano wyłącznie w porównaniu próby „1” z próbą „3” w piątej minucie eksperymentu (Rycina 3), jednak graficzna analiza wyników wskazuje na liniowy wzrost wychylenia w przód od momentu zadziałania czynnika wibracyjnego. Przypuszczać można, iż bodziec zakłócający w postaci wibracji, aby osiągnął swoje maksymalne możliwości zakłócania musi działać co najmniej 5 minut.



Rys. 3. Średnie położenie wypadkowej siły reakcja podłoża w wychyleniu w przód w poszczególnych próbach.

## 6. WNIOSKI

- 1) Wibracja przyłożona punktowo na mięsień gastrocnemius nie wpływa na parametry posturograficzne stania swobodnego.
- 2) Wibracja o danych parametrach nie wpływa na wielkość przemieszczenia ogólnego środka ciężkości w kierunku stymulowanego mięśnia.

## 7. DYSKUSJA

Zastosowana wibracja o danych parametrach nie jest w stanie zakłócić stania swobodnego, aczkolwiek powoduje chwilowe zwiększenie odległości wychylenia w przód.

Zastanawiające jest, dlaczego w 5 minucie działania bodźca osiąga swoje maksimum?

Zadane powyżej pytanie daje podstawę do głębszej analizy i niewątpliwie skłania do przeprowadzenia kolejnych eksperymentów.

## LITERATURA

- [1] Dzurková O, Hlavačka F: Velocity of Body Lean Evoked by Leg Muscle Vibration Potentiate the Effects of Vestibular Stimulation on Posture. *Physiol. Res.* 56: s. 829-832, 2007
- [2] Čapičková N, Rocchi L, Hlavačka F, Chiari L, Cappello A: Human Postural Response to Lower Leg Muscle Vibration of Different Duration. *Physiol. Res.* 55 (Suppl. 1): s.129-134, 2006
- [3] Cardinale M, Erskine JA: Wpływ wibracji na zdolności motoryczne i sprawność funkcjonalną mięśni człowieka: obecne poglądy i kierunki przyszłych badań. „Sport Wyczynowy” 2004, nr5-6/ s.473-474

## INFLUENCE OF LOCAL VIBRATION ON POSTURAL CONTROL PARAMETERS

Summary. The aim of experiment was to determine the influence of mechanical disruption on stabilographic parameters of upright position. Point vibration was placed in the highest diameter on gastrocnemius muscle. In research participated thirteen persons, which made five static tasks: upright position, forward sway, upright position, backward sway and upright position.

Conclusion: Pointed out, that in fifth minute of stimulation, magnitude of forward sway with applied disruption was statistically different in comparison with forward sway without vibration.