

Pyskir Małgorzata, Piela Cyryl, Ratuszek Dorota, Pyskir Jerzy, Trela Ewa, Hagner Wojciech. Wpływ zmęczenia stawu skokowego na pracę systemu kontroli postawy ciała = The influence of the ankle joint's fatigue on functioning of postural control system. *Journal of Education, Health and Sport*. 2016;6(8):567-580. eISSN 2391-8306. DOI <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.60994>
<http://ojs.ukw.edu.pl/index.php/johs/article/view/3784>

The journal has had 7 points in Ministry of Science and Higher Education parametric evaluation. Part B item 755 (23.12.2015).
755 Journal of Education, Health and Sport eISSN 2391-8306 7

© The Author (s) 2016;

This article is published with open access at Licensee Open Journal Systems of Kazimierz Wielki University in Bydgoszcz, Poland

Open Access. This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Noncommercial License which permits any noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author(s) and source are credited. This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited.

This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited.

The authors declare that there is no conflict of interests regarding the publication of this paper.

Received: 01.08.2016. Revised 08.08.2016. Accepted: 26.08.2016.

Wpływ zmęczenia stawu skokowego na pracę systemu kontroli postawy ciała

The influence of the ankle joint's fatigue on functioning of postural control system

**Małgorzata Pyskir¹, Cyryl Piela², Dorota Ratuszek¹, Jerzy Pyskir³, Ewa Trela¹,
Wojciech Hagner¹**

- 1. Katedra i Klinika Rehabilitacji, Collegium Medicum im. Ludwika Rydygiera w Bydgoszczy, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu**
- 2. Orvit Clinic, Toruń**
- 3. Katedra i Zakład Biofizyki, Collegium Medicum im. Ludwika Rydygiera w Bydgoszczy, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu**

Streszczenie

Wstęp

Za charakterystyczną dla człowieka pozycję spionizowaną i stabilność podczas poruszania się odpowiada system kontroli postawy. Analizuje on informacje ze środowiska zewnętrznego i wysyła do mięśni sygnały umożliwiające reakcje na bodźce destabilizujące. Staw skokowy stanowi jedną z ważniejszych struktur odpowiedzialnych za funkcjonowanie tego systemu.

Cel pracy

W niniejszej pracy analizowano wpływ zmęczenia mięśni obsługujących staw skokowy na stabilność sylwetki podczas swobodnego stania.

Material i metody

W badaniach wzięło udział 32 ochotników w wieku 18-25 lat w tym 17 kobiet i 15 mężczyzn. Nikt nie zgłaszał kontuzji stawu skokowego w ciągu ostatnich 3 miesięcy. Do badania wykorzystano posturograf firmy PROMED J. Otton. Platforma rejestruje błędzenie centrum nacisku (COP) na podłoże w czasie swobodnego stania przez 30 sekund. Badanie wykonuje się dwukrotnie – przy oczach otwartych, a następnie przy zamkniętych. Bezpośrednio po pierwszym, wstępnym pomiarze badana osoba wykonała 50 wspięć na palce prawej stopy, po czym powtarzano pomiar posturograficzny.

Wyniki

Analizowano wartości średniego promienia, pola powierzchni rozwiniętej oraz długości statokinezygramu. Prawie wszystkie wartości parametrów posturograficznych uzyskiwane przy oczach otwartych były istotnie mniejsze niż wartości uzyskiwane przy oczach zamkniętych, co jest zgodne z obserwacjami innych autorów. Po wykonaniu wspięć wartości badanych parametrów istotnie wzrosły, co świadczy o gorszej stabilności sylwetki niż w badaniu wstępnym.

Wnioski

Zmęczenie mięśni obsługujących prawy staw skokowy górny poprzez wykonanie 50 wspięć na palce w istotny sposób pogarsza stabilność postawy, co zwiększa ryzyko niekontrolowanych upadków. Wydaje się celowe przeprowadzenie szerszych badań tego tematu analizując codzienną aktywność fizyczną badanych.

Słowa kluczowe: system kontroli postawy, staw skokowy, posturograf.

Abstract

Introduction

Characteristic for human body vertical position and stabilization during the move ensures a postural control system. Its role is to analyse the information from the internal and external environment and send the signal to the muscles in order to react of destabilizing

stimuli. Ankle joint is one of the most important structures responsible for the system functioning.

Aim of study

The aim of this dissertation was to investigate the influence of fatigue on muscles operating the ankle joint on profile stabilization during the free stand.

Materials and methods

The study involved 32 volunteers in age from 18 to 25, including 17 women and 15 men. Nobody has reported the ankle joint contusion during last three months. The PRO-MED J. Olton company stabilometric platform was used in test. The platform registers the centre of pressure (COP) on the ground while free stand for 30 seconds. The test was made twice - with open and closed eyes. Directly, after the first, initial measurement tested person did 50 climbs on right foot toes therewith the measurement was repeated.

Results

The values of average radius, the field of developed surface and the length of statokinesiogram were analysed. The magnitude of measured parameters obtained for open eyes were greater than values from closed eyes test, which is consistent with observation of the other authors. After the climb values investigated parameters significantly increased which proves a lower profile stabilization than during the initial test.

Conclusions

The importance of muscles that support ankle joint by making 50 climbs on toes deteriorates the postural stabilization in crucial way which increases the risk of uncontrolled falls. Conduct further research on this topic with analyse the everyday physical activity seems to be expendent.

Key words: postural control system, ankle joint, stabilometric platform.

Wstęp

Postawa człowieka ma charakter spionizowany, jest to cecha typowo ludzka, charakteryzująca się między innymi specyficznym przystosowaniem się i przebudową stopy, która dzięki swojej architekturze pomimo niewielkiej płaszczyzny podparcia umożliwia utrzymanie pozycji pionowej oraz przemieszczenie się ciała za pomocą chodu [2,7,9].

Aby utrzymać stabilną postawę niezbędna jest prawidłowa synchronizacja wszystkich składowych systemu kontroli postawy (PCS – postural control system). Ten złożony układ

zmysłowo – odruchowy poprzez prawidłowy odbiór, interpretację, przetwarzanie i koordynację bodźców z kilku narządów zmysłu zapewnia kontrolę ruchową, orientację w przestrzeni oraz przeciwstawia się siłom zewnętrznym. Funkcjonowanie tego systemu umożliwia realną ocenę ułożenia ciała człowieka, utrzymanie równowagi statycznej i kinetycznej oraz przyjmowanie prawidłowej postawy ciała. Dzięki tej zdolności możliwe jest wykonywanie złożonych czynności ruchowych.

Prawidłowo wykształcony system kontroli postawy ma za zadanie dostarczyć i zapewnić organizmowi informacji o kierunku działania siły grawitacji, przyspieszeniach kątowych i liniowych ciała, a także o ruchach głowy w przestrzeni. Za pomocą sprawnie interpretujących ośrodków w mózgu system kontroli postawy po otrzymaniu sygnałów z poziomu receptorów sensorycznych zapewnia szybką reakcję zapobiegającą upadkowi poprzez korekcje ciała z każdego odchylenia środka ciężkości od pozycji równowagi w obszarze pola podparcia. Jest to realizowane na drodze odruchowej poprzez drogi wyjścia. System dodatkowo odpowiedzialny jest za kontrolę ruchu gałek ocznych w celu stabilizacji obrazu przestrzennego podczas ruchu człowieka, środowiska wokół niego lub obu jednocześnie [10,13].

System kontroli postawy ciała nadzoruje położenie środka ciężkości ciała (*COG - Center Of Gravity*). W pozycji stojącej rzut położenia COG na płaszczyznę pola podparcia mieści się w obszarze obrysu stóp [2,3,12]. Śledzenie COG w badaniach nad kontrolą ludzkiej postawy jest niezmiernie trudne. Jest to spowodowane faktem, że wymagane jest do tego określenie masy i położenia poszczególnych segmentów ciała. Z powodu tych niedogodności w badaniach klinicznych oraz eksperymentach medycznych stosuje się parametr zastępczy w postaci określenia położenia tzw. centrum nacisku stóp (*COP - Centre – Of – Foot – Pressure*), będący w warunkach statycznych rzutem ogólnego środka ciężkości ciała na płaszczyznę podparcia. Owy rzut środka ciężkości ciała znajduje się w niewielkim i ściśle określonym obszarze powierzchni podparcia, około 5cm do przodu w stosunku do lewej bocznej kostki stawu skokowego górnego [2,5,8,11].

Śledzenie ruchu COP pozwala zaobserwować tzw. kołysanie postawy [1,12]. Jest to pewien zakres odchylenia ciała człowieka od pionu, pomimo pozornie nieruchomej pozycji stojącej. Odchylenia te są spowodowane między innymi przez oddychanie, bicie serca i krążenie krwi, a także przez toniczną pracę mięśni antygravitacyjnych. Rzut środka ciężkości wykonując tzw. wychwiania przemieszcza się z punktu do punktu, ruch COP jest bardzo czułym wskaźnikiem stanu systemu kontroli postawy ciała [4,6,14,15,17,18].

W związku z tym, że staw skokowy górny stanowi jedną ze strategii przywracania równowagi posturalnej pełni bardzo ważną rolę w stabilności ciała człowieka.

Obiektywna ocena stanu czynnościowego systemu kontroli postawy możliwa jest między innymi dzięki badaniom posturograficznym. Zaletą badań funkcjonowania systemu kontroli postawy ciała przy użyciu posturografu jest nieinwazyjność i wyjątkowo prosta metodologia przeprowadzenia testu. Badany nie potrzebuje specjalistycznego przygotowania, zaś sama próba trwa standardowo po około 30 sekund dla oczu otwartych i oczu zamkniętych [2,9].

W literaturze można znaleźć liczne publikacje dotyczące wpływu różnych czynników na pracę systemu kontroli postawy. Analizowano stabilność postawy u osób starszych, zmiany spowodowane przez różne używki, oceniano funkcjonowanie PCS u osób niewidomych i niedowidzących. Jednak dotychczas brakuje doniesień dotyczących wpływu zmęczenia stawu skokowego na pracę systemu kontroli postawy.

Zmęczenie organizmu stanowi istotną reakcję fizjologiczną organizmu mającą na celu ochronę przed zbyt intensywnym wysiłkiem, towarzysząc sportowcom podczas startów i treningu a także każdemu w życiu codziennym. Zmęczenie po intensywnym treningu wpływa pogarszająco na rezultaty uzyskiwane na posturografie. Badania tych samych osób wypoczętych i po intensywnym treningu fizycznym jednoznacznie wskazują na wpływ zmęczenia na zmianę parametrów posturograficznych i zmniejszenie stabilności sylwetki ciała [16,19].

Cel pracy

Celem tej pracy jest próba oceny wpływu zmęczenia stawu skokowego na pracę systemu kontroli postawy ciała. Podjęto ocenę parametrów posturograficznych uzyskiwanych w badaniu na posturografie w pozycji stojącej z oczami otwartymi i zamkniętymi bez działania czynników zewnętrznych, jak i bezpośrednio po wspięciach na palce stóp.

Material i metody

Do oceny wpływu zmęczenia stawu skokowego na pracę systemu kontroli postawy ciała został wykorzystany POSTUROGRAF PRO-MED Janusz Olton.

Badaniu poddało się 32 ochotników w przedziale wieku od 18 do 25 lat, w której znajdowało się 17 kobiet i 15 mężczyzn. Wszyscy uczestnicy badań wypełniali ankietę, w której zostali zapytani m.in. o dodatkową aktywność fizyczną, przyjmowanie leków, kontuzje stawu skokowego, problemy związane z równowagą, zawrotami głowy lub ewentualnymi

zaburzeniami widzenia, które mogły wpłynąć na wyniki przeprowadzanych badań na posturografie.

W części pierwszej badań ochotnik był poproszony o przyjęcie nieruchomej postawy stojącej bez obuwia na platformie posturograficznej z kończynami górnymi ułożonymi swobodnie wzdłuż tułowia i głową oraz wzrokiem skierowanym przed siebie. Posturograf był ustawiony w kierunku do ściany aby w jak największym stopniu wyeliminować dekoncentrację osoby badanej. Każda z prób posturograficznych składała się z dwóch części, pomiaru z oczami otwartymi i pomiaru z oczami zamkniętymi. Między pomiarem z oczami otwartymi i zamkniętymi każdy z badanych proszony był o kilkusekundowe zejście z posturografu. Każdy z pomiarów trwał 32 sekundy zarówno z oczami otwartymi jak i z oczami zamkniętymi z zachowaniem takich samych zasad dotyczących przyjętej postawy.



Ryc. 1. Poprawnie przyjęta pozycja do badania na posturo grafie (materiał własny).

Po wykonaniu pomiarów wstępnych badany proszony był o wykonanie 50 wspięć na palce kończyny dolnej prawej celem obciążenia mięśni otaczających staw skokowy górny. Po wykonaniu wspięć badany ponownie stawał na posturografie i z zachowaniem wyżej opisanej metodologii dokonano ponownego pomiaru z oczami otwartymi i zamkniętymi.

Analizowano następujące wielkości obliczane po wykonaniu pomiaru:

- średni promień statokinezyjogramu,
- pole powierzchni rozwiniętej statokinezyjogramu,
- długość krzywej.

Aby przeanalizować wyniki wykorzystano oprogramowanie Microsoft Excel oraz program statystyczny StatSoft Statistica 10.0.1011.6 PL. Dla wszystkich parametrów wyznaczono wartości średnie oraz odchylenia standardowe. Porównywano wyniki parametrów wszystkich uczestników badań testami dla zmiennych zależnych i niezależnych w poszczególnych próbach posturograficznych pod kątem istotności statystycznej wynoszącej $p = 0,05$.

Wyniki

Poniżej przedstawiono dane antropometryczne badanej grupy ochotników - wszystkich badanych (Tabela I.) Dla wszystkich badanych parametrów sprawdzono, że ich rozkład w badanej grupie jest rozkładem normalnym.

Tabela I. Dane antropometryczne badanej grupy.

Liczba badanych	Wskaźnik	MASA (kg)	Zakres	WZROST (m)	Zakres	WIEK (lata)	Zakres	BMI	Zakres
32	Średnia arytmetyczna	70,1	48-95	1,76	1,61-1,90	22,2	18-25	22,6	17,0-28,3
	Odchylenie standardowe	11,4		0,09		2,1		2,5	
KOBIECY 17	Średnia arytmetyczna	62,1	48-79	1,68	1,61-1,74	21,7	19-24	21,9	17,0-28,3
	Odchylenie standardowe	7,1		0,04		1,8		2,8	
MĘŻCZYŹNI 15	Średnia arytmetyczna	79,1	68-95	1,84	1,73-1,90	22,7	18-25	23,2	19,2-26,3
	Odchylenie standardowe	8,3		0,05		2,3		1,9	

Wyniki ankiety przeprowadzonej u wszystkich uczestników badań wykazały, że liczna grupa (87,5% badanych) uprawia dodatkową aktywność fizyczną. U większości są to różne formy aktywności. Do najpopularniejszych wśród kobiet należy fitness – 50% ankietowanych, oraz bieganie (21,4%). U mężczyzn do najczęściej uprawianych aktywności fizycznych zalicza się bieganie (42,9%) oraz siłownia (35,7% badanych). Zaledwie 4 spośród 32 osób uczestniczących w badaniach nie uprawia dodatkowej aktywności fizycznej co stanowi – 12,5%. Wśród nich są 3 kobiety i 1 mężczyzna.

Przebytą kontuzję stawu skokowego zgłosiło 8 osób z czego większość datowało ją w dalekim odstępie czasu przed badaniami. Dwie osoby przebyły kontuzję stawu skokowego stosunkowo niedawno, odpowiednio miesiąc i dwa miesiące przed badaniami posturograficznymi, jednak w dniu badań jak i pomiędzy nimi nie zgłaszały żadnych

dolegliwości bólowych ze strony stawu, ponadto w obrębie stawu nie stwierdzono obecności obrzęku.

Po analizie wyników ankiety przystąpiono do opracowania wyników osiągniętych przez badanych przy oczach otwartych (OO) i zamkniętych (OZ) kolejno w badaniach 1 (pomiar posturograficzny wstępny przed wspięciami na palce) i 2 (pomiar posturograficzny po wspięciach na palce).

W zamieszczonej poniżej tabeli przedstawiono średnią arytmetyczną oraz wartości odchylenia standardowego poszczególnych analizowanych parametrów w kolejnych pomiarach. Różnice istotnie statystycznie oznaczono „gwiazdką”.

Tabela II. Wartości średniego promienia, pola powierzchni rozwiniętej i długości statokinezyjogramu w badanej grupie.

Parametr	OO/OZ	Badanie 1	Badanie 2
R [mm]	Oczy otwarte	2,30 ±0,83	3,45 ±1,46
	Oczy zamknięte	*3,16 ±0,85	3,66 ±1,22
S [mm]	Oczy otwarte	164,16 ±75,53	273,31 ±130,90
	Oczy zamknięte	*317,47 ±170,97	*357,41 ±206,83
L [mm]	Oczy otwarte	225,38 ±42,67	249,72 ±43,21
	Oczy zamknięte	*316,09 ±97,32	*292,31 ±63,82

Jak widać z tabeli, obserwuje się statystycznie istotne różnice pomiędzy średnim promieniem statokinezyjogramu uzyskanym przy oczach otwartych a wartością tego parametru uzyskana przy oczach zamkniętych w badaniu wstępnym – przed wspięciami. W pomiarze wykonanym po wspięciach nie obserwuje się tej różnicy.

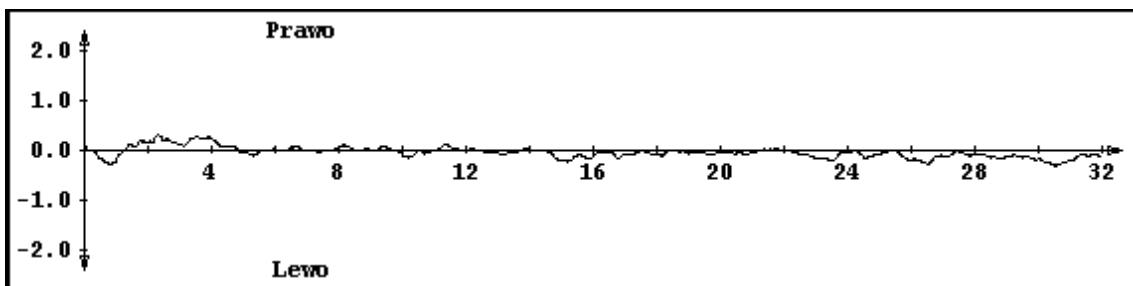
Średnia wartość pola powierzchni rozwiniętej statokinezyjogramu jest istotnie większa w badaniu przy oczach zamkniętych niż przy otwartych. Podobne wyniki uzyskano analizując długość krzywej.

Z wykonanych analiz statystycznych wynika, że niemal wszystkie wartości parametrów w każdym z badań posiadały istotnie statystycznie różnice przy próbie z oczami otwartymi i oczami zamkniętymi. Analiza łączna wszystkich badanych parametrów wskazuje, że we wszystkich pomiarach stabilność postawy przy zamkniętych oczach jest nieco gorsza

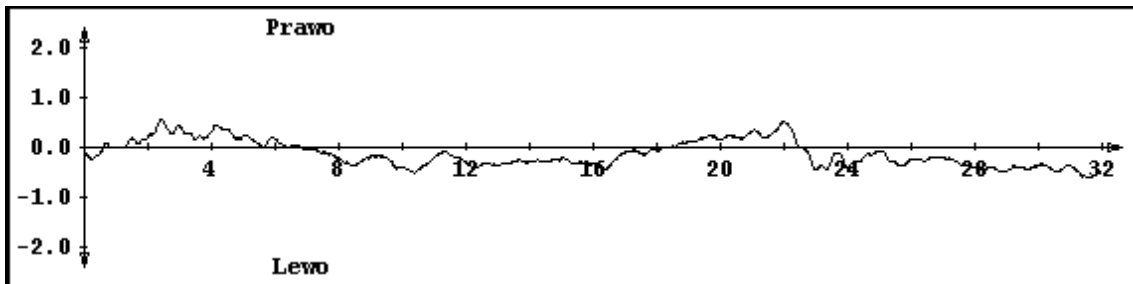
niż przy otwartych. Uzyskane rezultaty znajdują swoje uzasadnienie w poprzednich doniesieniach naukowych, wskazujących na znaczny wpływ narządu wzroku na równowagę człowieka [16,19].

W dalszej części przedstawiono wyniki pomiarów posturograficznych uzyskanych przed i po wykonaniu 50 wspięć na palce prawej stopy. W celu zobrazowania typowej tendencji zmian wprowadzonych do pracy PCS po zmęczeniu mięśni obsługujących staw skokowy, przedstawiono wszystkie wykresy uzyskane przez tą samą badaną osobę w próbie wykonanej przed wspięciami na palce (badanie 1) oraz po wspięciach na palce (badanie 2). Podobne wyniki uzyskano u wszystkich badanych, co zostało przedstawione w dalszej części pracy w zestawieniu statystycznym. Obok statokinezyogramów przedstawiono wartości parametrów uzyskanych w danej próbie.

Rycina 2 przedstawia wyniki badań przed i po wspięciach na palce w ruchu prawo – lewo przy oczach otwartych. Widoczny jest niewielki wzrost amplitudy wychyleń bocznych.



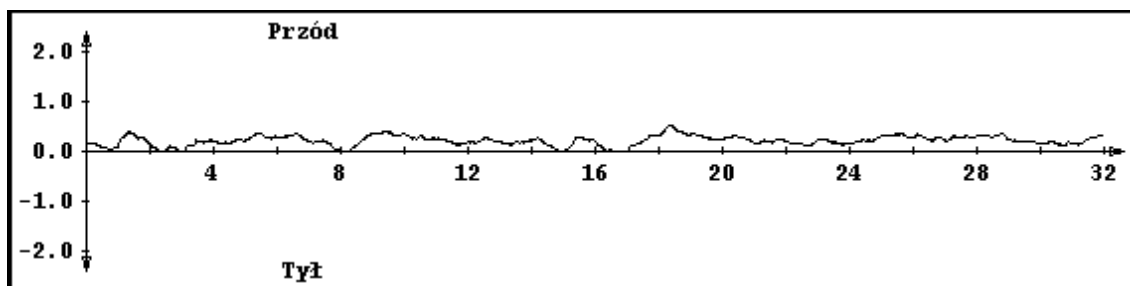
A/



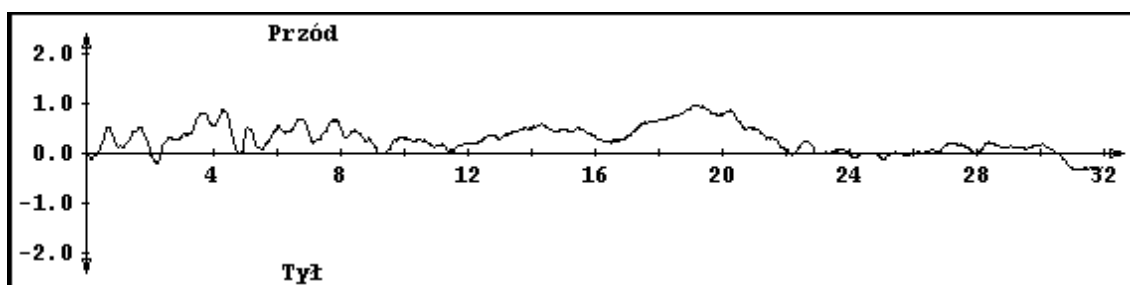
B/

Ryc. 2. Stabilogram ruchu lewo-prawo przy oczach otwartych w badaniu 1 (A) oraz badaniu 2 (B).

Różnice pomiędzy wykresami ruchu przód – tył, uzyskanymi przed i po wspięciach na palce przedstawione są na rycinach 3 i 4.

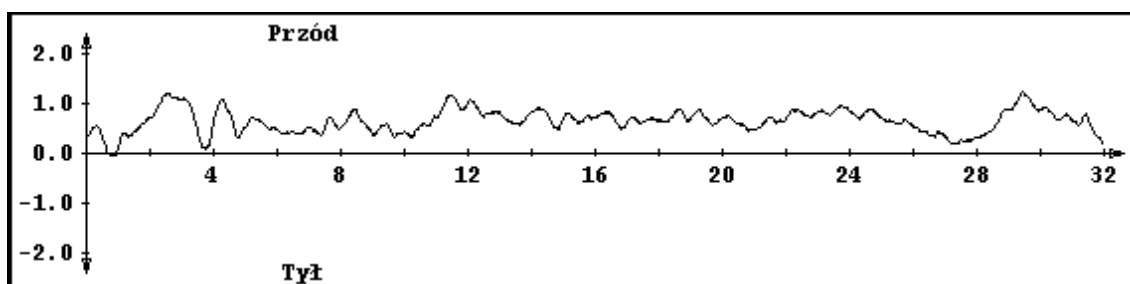


A/

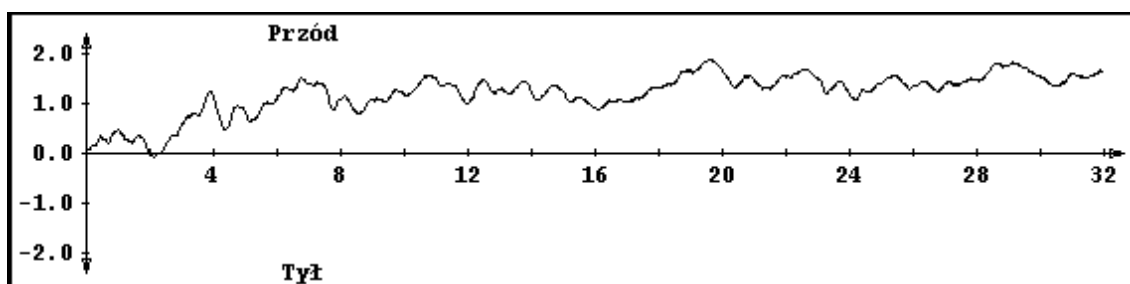


B/

Ryc. 3. Stabilogram ruchu przód – tył przy oczach otwartych w badaniu 1 (A) oraz badaniu 2 (B).



A/

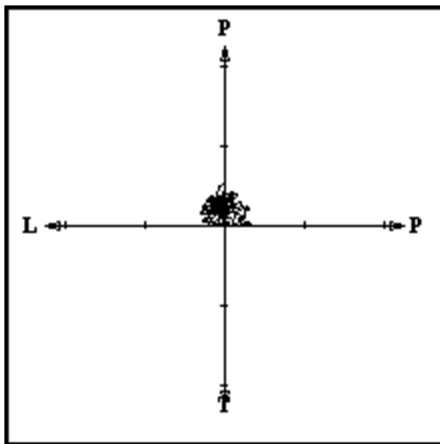


B/

Ryc. 4. Stabilogram ruchu przód – tył przy oczach zamkniętych w badaniu 1 (A) oraz badaniu 2 (B).

Złożenie obu stabilogramów pozwala na rejestrację wychyleń w obu kierunkach jednocześnie. Na kolejnych rycinach zamieszczono statokinezyjogramy uzyskane przed i po

wspięciach na palce uzyskane przy oczach otwartych (ryc. 5) oraz zamkniętych (ryc. 6). Podziałka na osi statokinezyjogramu wynosi 1cm.

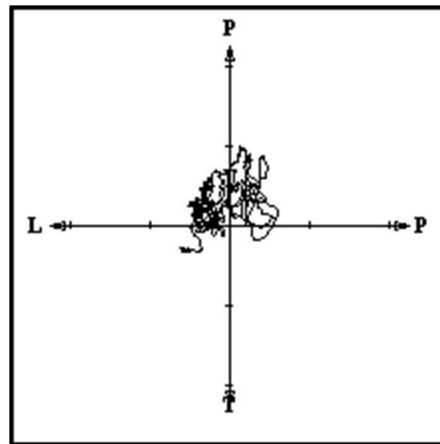


A/

$$R = 1,4 \text{ mm}$$

$$S = 78 \text{ mm}^2$$

$$L = 175 \text{ mm}$$



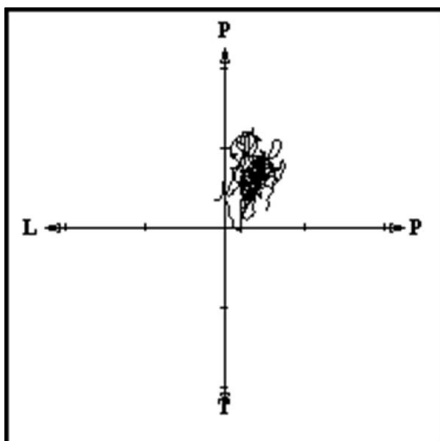
B/

$$R = 3,6 \text{ mm}$$

$$S = 320 \text{ mm}^2$$

$$L = 274 \text{ mm}$$

Ryc. 5. Statokinezyjogramy przy oczach otwartych w badaniu 1 (A) oraz badaniu 2 (B).

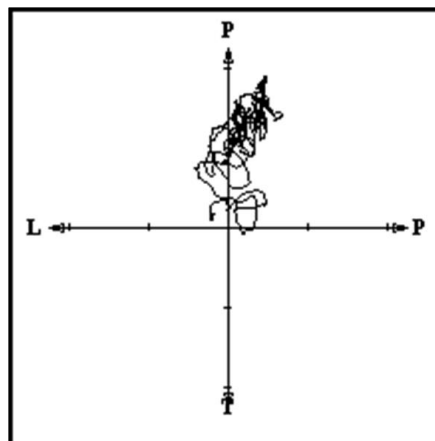


A/

$$R = 2,4 \text{ mm}$$

$$S = 204 \text{ mm}^2$$

$$L = 286 \text{ mm}$$



B/

$$R = 3,8 \text{ mm}$$

$$S = 355 \text{ mm}^2$$

$$L = 271 \text{ mm}$$

Ryc. 6. Statokinezyjogramy przy oczach zamkniętych w badaniu 1 (A) oraz badaniu 2 (B).

Powyższe wykresy obrazują wyraźne zmiany w stabilności postawy ciała po zmęczeniu stawu skokowego w ruchu lewo-prawo. Przy oczach otwartych w badaniu 1 dla

ruchu lewo-prawo (Ryc. 2A) wychylenia od położenia zerowego nie posiadały tak znacznej amplitudy w porównaniu z wykresem przy oczach otwartych w ruchu lewo-prawo w badaniu 2 (Ryc. 2B). Analizując dalej ruch lewo-prawo dla oczu zamkniętych (Ryc. 3) widać zmianę w położeniu środka ciężkości pomiędzy badaniami 1 i 2. W badaniu pierwszym widać wyraźnie, że ciężar ciała spoczywał na prawej nodze, po wykonaniu wspięć na palce i wykonaniu pomiaru w badaniu 2 ciężar ciała nie był usytuowany jednoznacznie na prawej nodze natomiast był bliższy położeniu zerowemu wykresu oraz lewej stronie ciała.

Biorąc pod uwagę ruch przód-tył można zauważyć zdecydowane zwiększenie amplitudy w kierunku do przodu pomiędzy badaniami 1 i 2 zarówno w przypadku oczu otwartych oraz oczu zamkniętych.

Analiza statystyczna różnic wartości średnich wyznaczanych parametrów posturograficznych uzyskanych przez grupę 32 osób biorących udział w badaniu wpływu zmęczenia stawu skokowego na PCS potwierdza tendencje wskazane na przedstawionych powyżej wykresach.

Porównując pomiary przy oczach otwartych z badania 1 z wynikami przy oczach otwartych z badania 2 zaobserwowana istotny statystycznie wzrost wszystkich analizowanych wielkości w badaniu 2.

W badaniu przy oczach zamkniętych odnotowano istotny statystycznie wzrost promienia statokinezygramu, natomiast różnica długości i pola krzywej nie jest istotna statystycznie. Brak istotnych różnic pola i długości krzywej pomiędzy badaniami wykonanymi przed i po wspięciach na palce przy oczach zamkniętych można tłumaczyć faktem, iż bezpośrednio po wspięciach wykonywano pomiar przy oczach otwartych. Podczas około 45 sekund, które minęły od zakończenia wspięć do pomiaru przy oczach zamkniętych mogło dojść do niewielkiego odpoczynku mięśni obsługujących staw skokowy, co przejawiało się w konsekwencji powrotem do pierwotnych wartości (przed wspięciami) parametrów uzyskanych przy oczach zamkniętych.

Przedstawiona powyżej tendencja zmian pomiędzy badaniem 1 i 2 występuje u wszystkich badanych. Widać z niej wyraźnie, że zmęczenie stawu skokowego pogarsza stabilność sylwetki i powoduje wzrost wartości parametrów posturograficznych uzyskanych w badaniu wykonanym bezpośrednio po wykonaniu zadanego ćwiczenia. Wydaje się jednak, że wykonanie 50 wspięć na palce pozwala mięśniom stawu skokowego na relatywnie szybką relaksację i powrót stabilności sylwetki. Tym niemniej należy podkreślić, że zmęczenie mięśni stawu skokowego istotnie pogarsza stabilność postawy ciała.

Wnioski

1. Badana grupa osób jest zaangażowana w dodatkową aktywność fizyczną co może wpływać znacząco na poprawę wyników badań posturograficznych.
2. Stwierdzono istotne statystycznie różnice pomiędzy wynikami parametrów osiąganych przy oczach otwartych i zamkniętych w tym samym badaniu. Potwierdza to wcześniejsze doniesienia naukowe o znaczeniu narządu wzroku w poczuciu równowagi i stabilności ciała.
3. Porównanie wartości parametrów posturograficznych przed i po wspięciach na palce wskazuje, że zmęczenie stawu skokowego ma istotny wpływ na system kontroli postawy ciała. Zmęczenie stawu skokowego powoduje pogorszenie stabilności sylwetki. Może to zwiększać ryzyko niekontrolowanych upadków.
4. Analiza wyników wskazuje na celowość kontynuacji badań. Wykonanie pomiarów w większej grupie osób pozwoliłoby uzyskać więcej informacji o wpływie obciążenia mięśni na stabilność posturalną.

Bibliografia

1. Bloem B.R, Beckley D.J, Remler M.P: Postural reflexes in Parkinson's disease during "resist" and "yield" tasks. *J. Neurol. Sci.* 1995, 129: 109-119
2. Błaszczyk J.W, Czerwosz L: Stabilność posturalna w procesie starzenia. *Gerontol. Pol.* 2005, 13 (1): 25-36
3. Błaszczyk J.W, Lowe D.L, Hansen P.D: Ranges of postural stability and their changes in the elderly. *Gait Posture* 1994, 2 (1): 11–17
4. Błaszczyk J.W: *Biomechanika kliniczna*. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2004, 192-232
5. Błaszczyk J.W: Kontrola stabilności postawy ciała. *Kosmos*, 1993, 42 (2): 473-486
6. Bober T, Zawadzki J: *Biomechanika układu ruchu człowieka*. Wrocław, 2003, 213-217
7. Bochenek A, Reicher M: Kości, stawy i więzadła kończyny dolnej. *Anatomia człowieka*, red. Wiesław Łasiński, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2007, tom I, 602–603, 606-607
8. Carpenter M.G, Frank J.S, Silcher C.P, Peysar G.W: The influence of postural threat on the control of upright stance. *Exp. Brain. Res.* 2001, 138: 210-218
9. Flis K: *Posturografia nie tylko dla pilotów*. Głos Uczelni, 2001
10. Held-Ziółkowska M: Metody oceny równowagi posturalnej – próby kliniczne na sprawność postawy i chodu. *Magazyn Otorynolaryngologiczny*, 2006, tom V, zeszyt 2, no 18

11. Hellebrandt F, Franseen E: Physiological study of the vertical stance in man. *Physiol. Rev.* 1993, 23: 220-255
12. Jagielski J, Kubiczek-Jagielska M, Sobstyl M, Koziara H, Błaszczuk J, Ząbek M, Zaleski M: Obiektywna ocena układu równowagi w badaniu posturograficznym u pacjentów z chorobą Parkinsona leczonych operacyjnie. Doniesienie wstępne. *Neurol. Neurochir. Pol.* 2006, 40 (2): 127-133
13. Konturek S: Fizjologia człowieka. *Neurofizjologia*. Wydawnictwo UJ, 1998 tom IV, 215-219
14. Ocetkiewicz T, Skalska A, Grodzicki T: Badanie równowagi przy użyciu platformy balansowej – ocena powtarzalności metody. *Gerontol. Pol.* 2006, 1 (14): 144-148
15. Okada S, Hirakawa K, Takada Y, Kinoshit H: Relationship between fear of falling and balancing ability during abrupt deceleration in aged women having similar habitual physical activities. *Eur. J. Appl. Physiol.* 2001, 85: 501-506
16. Pyskir M, Pujszo R, Bosek M, Grzegorzewski B, Błach W: Wpływ wybranych ćwiczeń fizycznych na system kontroli postawy człowieka. *Med. Sport.* 2004, 20 (5): 247-253
17. Rogers M.W, Wardman D.L, Lord S.R, Fitzpatrick R.C: Passive tactile sensory input improves stability during standing. *Exp. Brain. Res.* 2001, 136: 514-522
18. Skalska A, Ocetkiewicz T, Żak M, Grodzicki T: The influence of age on the parameters of postural control measured by the computer balance platform. *New Medicine* 2004, 7: 12-19
19. Taniewski M, Zaporozhanow W, Kochanowicz K, Kruczkowski D: Ocena czynności układu równowagi sportowców na podstawie badania odruchów przedsiolkowordzeniowych i przedsiolkowo-ocznych. *Med. Sportowa.* 2001, 17 (6): 227-231