

**CZYNNIKI RYZYKA I PROFILAKTYKA  
W WALCE O ZDROWIE I DOBROSTAN**

Praca zbiorowa pod redakcją  
Prof. dr hab. med. Jerzego MOSIEWICZA

Lublin, maj 2008

Redakcja techniczna:  
Wanda Lewicka  
Józef Jasik

Wydawnictwo NeuroCentrum w Lublinie  
ul. Hirszfelda 3/9U  
20-092 Lublin  
ISBN 83-911597-9-5

DRUK: „WSCHÓD” Agencja Usługowa, ul. Długa 5, Lublin

Satławski Piotr Zastosowanie Hydraulicznego Zwieracza Cewkowego-AMS 800 Employment of Artificial Urinary Sphincter-AMS 800.....	131
Siniarski-Czaplicki Michał, Paradecka Anna Częstość występowania złamań osteoporotycznych. Czynniki ryzyka osteoporozy – „cichego zabójcy” High occurrence rate of osteoporotic fractures. The risk factors of osteoporosis – the „silent killer” .....	139
Strzecha Mariusz, Knapik Henryk, Baranowski Paweł, Pasiak Jan Człowiek zazwyczaj ma dwie nogi – ujęcie stabilograficzne A man has usually two legs - stabilographycal depiction .....	155
Strzecha Mariusz, Knapik Henryk, Baranowski Paweł, Pasiak Jan Stabilność i symetria obciążania kończyn dolnych w badaniu dwuplatformową wagą stabilograficzną Stability and symmetry of flower extremities loading in two platform-stabilography scale examination .....	167
Szark Mirosława Przygotowanie nauczycieli wychowania fizycznego do pracy z uczniem z dysleksją The preparation of physical education teachers for working with dyslexic Students .....	181
Szczepański Stanisław Świadomość zagrożeń związanych z uprawianiem seksu w opinii uczniów szkół gimnazjalnych i licealnych Sex-related hazards in the opinion of lower secondary and upper secondary school students .....	189
Uchmanowicz Izabella, Ostrowska Elżbieta, Jankowska Beata, Borodzicz-Cedro Adrianna, Piechocki Jacek Częstość występowania zapaleń płuc u pacjentów leczonych sztuczną wentylacją w oddziale intensywnej terapii Frequency occurrence of pneumonia among intensive care patients with ventilator- associated pneumonia .....	201

<sup>1</sup> Katedra Wychowania Fizycznego i Zdrowotnego,  
Wydział Nauczycielski, Politechnika Radomska

<sup>2</sup> Katedra Ergonomii, Protetyki i Ortotyki, Akademia Wychowania Fizycznego, Katowice

<sup>3</sup> Centrum Rehabilitacji im. prof. M. Weissa "STOCER", Konstancin - Jeziorna

<sup>4</sup> Katedra Badań Operacyjnych i Ekonometrii, Politechnika Radomska

MARIUSZ STRZECHA <sup>1</sup>, HENRYK KNAPIK <sup>2</sup>, PAWEŁ BARANOWSKI <sup>3</sup>,  
JAN PASIAK <sup>4</sup>,

## *A man has usually two legs- stabilographycal depiction*

### **Człowiek zazwyczaj ma dwie nogi – ujęcie stabilograficzne**

#### **WPROWADZENIE**

Już w starożytności Grecy znali pięć zmysłów: wzrok, słuch, węch, smak i dotyk. Dziś wiemy, że wyliczenie to jest niekompletne, bo pomija zmysł równowagi. Zmysł równowagi umożliwia czucie położenia i ruchów ciała w przestrzeni. Proces utrzymania stabilnej postawy ciała jest sekwencją czynności, która wymaga współpracy układów sensorycznych [6]: wzrokowego, somatosensorycznego oraz wertykalnego.

Badania stabilności postawy ciała człowieka, przeprowadzane są najczęściej na platformach sił, które wykorzystują przetworniki tensometryczne lub piezoelektryczne. Platformy, w których zastosowano czujniki tensometryczne są szczególnie zalecane do badań w warunkach zbliżonych do statycznych. W platformach opartych na czujnikach piezoelektrycznych występuje zjawisko „dryfu zera”, którego nie ma w konstrukcjach opartych o czujniki tensometryczne. Stanowi to istotną zaletę platform tensometrycznych. Platformy te mają jeszcze jedną przewagę nad piezoelektrycznymi. Można je w łatwy sposób używać poza laboratorium [1]. Do rzadziej spotykanych metod pomiarowych układu równowagi zaliczyć trzeba badania przy zastosowaniu akcelerometra [7] oraz w badaniach magnetometrycznych [4].

Poprawne działanie układu równowagi - w przypadku zastosowania platformy tensometrycznej - badane jest przez rejestrację przemieszczenia się na płaszczyźnie podparcia, punktu przyłożenia siły reakcji podłoża ( $F_{COP}$ ) na tą płaszczyznę. Wykazano jednak, że badanie takie nie opisuje bezpośrednio zjawiska przemieszczania się środka masy (COM)[9].

Spokojne utrzymywanie pozycji stojącej na platformie tensometrycznej bywa często nazywane „stabilografią statyczną”. Nazwa ta sugeruje jednak statykę ciała człowieka [7]. Określenie „stabilografia statyczna” byłoby precyzyjne, gdyby zamiast człowieka, na platformie postawić odlew postaci ludzkiej, będący ciałem stałym i sztywnym. Wówczas, kończyny dolne odlewu oddziaływałyby na platformę stałą siłą, równą sile grawitacji.

Wiadomo jednak, iż poza siłą grawitacji na człowieka stojącego swobodnie działają również siły generowane przez układ równowagi [6]. Mając na uwadze powyższe rozważanie, autorzy uważają, że trafniejszym określeniem dla takiego zachowania człowieka, jest nazwa „stanie swobodne”.

Powszechnie przyjmuje się w posturografi, że standardowy wykres statokinezyjogramu obrazuje tor przemieszczania się punktu przyłożenia siły reakcji podłoża (COP), co przedstawiono na ryc. 1.

Na standardowej jednopłytkowej platformie tensometrycznej dokonuje się pomiaru siły  $F_{COP}$  przyłożonej w punkcie COP. W przypadku gdy zastosujemy platformę dwupłytkową, zasadniczo zmienimy sposób pomiaru i rejestracji. Urządzenie to dokonuje bowiem, współbieżnych pomiarów sił nacisku, pochodzących od kończyny prawej ( $F_{LR}$ )

oraz kończyny lewej ( $F_{LL}$ ). Siła  $F_{COP}$  będzie więc sumą sił  $F_{LR}$  oraz  $F_{LL}$ , gdyż masa człowieka się nie zmienia. W pomiarach wykonywanych na platformie dwupłytywowej zapewniona jest ponadto całkowita niezależność pomiarów parametrów kończyny prawej od kończyny lewej i vice versa.

W ramach pewnych badań równowagi [8] dokonywano pomiary sił nacisku, pochodzących od kończyny prawej oraz lewej. Badania te były prowadzone na platformie jednopłytywowej o zwiększonej liczbie czujników. W badaniach tych nie była możliwa izolacja pomiarów kończyny lewej od prawej. Przy badaniu kończyny prawej, niemożliwe było wyeliminowanie wpływu zachowania kończyny lewej, stojącej na tej samej płycie podpartej czujnikami. Przy badaniu kończyny lewej sytuacja była analogiczna.

Wyniki pomiarów uzyskiwanych na platformach jednopłytywych nie będą równoważne z wynikami pomiarów uzyskiwanych na platformach dwupłytywych. Platformy jednopłytywowe nie zapewniają bowiem separacji pomiarów kończyny prawej od lewej oraz lewej od prawej.

Najlepszym uzasadnieniem celowości dokonywania odrębnych, ale współbieżnych pomiarów zachowania kończyny prawej oraz lewej, będzie próba odpowiedzi na następujące pytania:

- Jaki kształt będą miały wykresy statokinezyogramów nakerślone przez  $COP_{LR}$  i  $COP_{LL}$ ?
- Czy pola powierzchni nakerślone przez  $COP_{LR}$  i  $COP_{LL}$  będą jednakowe?
- Czy prędkość przemieszczania się  $COP_{LR}$  i  $COP_{LL}$  będzie jednakowa?
- Czy margines stabilności będzie jednakowy dla kończyny lewej i prawej?

Zarówno fazy chodu, jak i mikroruchy statokinetyczne w postawie stojącej cechuje symetria. Świadczy ona o sprawności układów: kostno-stawowego, mięśniowego i nerwowego [2]. Doświadczony terapeuta dostrzega jednak jakościowe zmiany symetrii w zachowaniach ruchowych pacjenta. Znacznie trudniej jest jednak oszacować parametry ilościowe tych obserwacji [5].

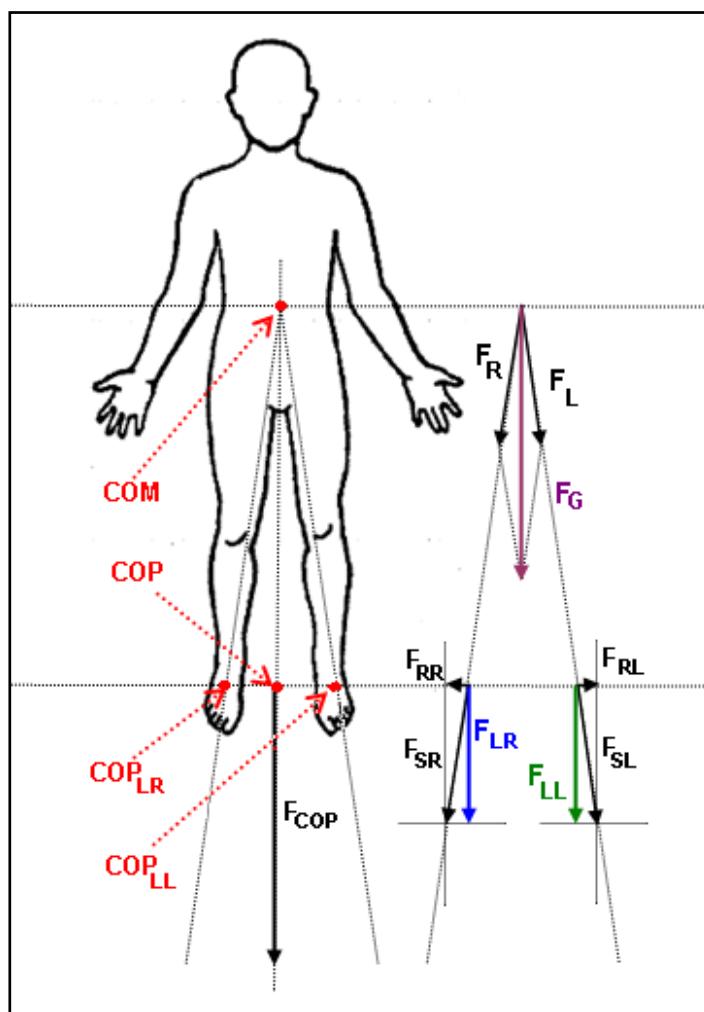
## METODA BADAŃ

Człowiek zazwyczaj ma dwie nogi a jeśli nawet nie to może mieć protezy. Osoba taka stając na platformie, w dwóch miejscach ma kontakt z płaszczyzną podparcia (ryc. 1). W prowadzonych badaniach płaszczyzną podparcia jest płaszczyzna platformy dwupłytywowej. Każda z kończyn jest umieszczona na odrębnej płycie takiej platformy.

Badany działa na płaszczyznę podparcia dwiema siłami. Kończyna prawa przenosi siłę  $F_R$ , a kończyna lewa siłę  $F_L$ . Są to składowe siły grawitacji  $F_G$ , działające odpowiednio na prawą oraz lewą kończynę.

Także w typowym badaniu na posturografie o konstrukcji jednopłytywowej, siły  $F_R$  oraz  $F_L$  nie działają prostopadle do płaszczyzny podparcia. Badany stoi w lekkim rozkroku a kończyny dolne łącząc się na wysokości miednicy tworzą kąt ostry i wobec tego nie są do siebie równoległe. Tak więc siły, którymi kończyny dolne działają na płaszczyznę podparcia ( $F_{SR}$  i  $F_{SL}$ ) nie są siłami prostopadłymi do płaszczyzny podparcia platformy jednopłytywowej. Warunki te zachowane są w całości przy badaniu na platformie dwupłytywowej. Na ryc. 1 przedstawiona jest sytuacja w której badany „stojąc swobodnie” obciąża kończyny symetrycznie. Siła nacisku kończyny prawej ( $F_{LR}$ ) na płaszczyznę podparcia (jednej platformy) równa jest sile nacisku kończyny lewej ( $F_{LL}$ ) na płaszczyznę podparcia (drugiej platformy).

W badaniu na platformie dwupłytywowej dokonywane są współbieżnie pomiary sił nacisku:  $F_{LR}$ ,  $F_{LL}$ ,  $F_G$  oraz wyznaczane punkty statokinezyogramów:  $COP$ ,  $COP_{LR}$ ,  $COP_{LL}$ .



Ryc. 1. Rozkład sił nacisku kończyn dolnych na płaszczyznę podparcia

Oznaczenia:

- |                   |   |   |
|-------------------|---|---|
| COP               | punkt przyłożenia sił reakcji podłoża   | (center of pressure)                              |
| COM               | środek masy   | (center of mass)                                  |
| COP <sub>LR</sub> | punkt przyłożenia siły reakcji podłoża  | kończyny prawej<br>(center of pressure leg right) |
| COP <sub>LL</sub> | punkt przyłożenia siły reakcji podłoża  | kończyny lewej<br>(center of pressure leg left)   |
| $F_G$             | siła grawitacji,  |   |
| $F_R$             | siła grawitacji działająca na kończynę prawą,                                     |   |
| $F_L$             | siła grawitacji działająca na kończynę lewą,                                      |   |
| $F_{RR}$          | siła tarcia kończyny prawej z podłożem,   |   |
| $F_{RL}$          | siła tarcia kończyny lewej z podłożem,  |   |
| $F_{LR}$          | siła nacisku kończyny prawej na płaszczyznę podparcia,                            |   |
| $F_{LL}$          | siła nacisku lewej na płaszczyznę podparcia,                                      |   |
| $F_{COP}$         | siła nacisku kończyn lewej oraz prawej na płaszczyznę podparcia,                  |   |
| $F_{SR}$          | wypadkowa sił: nacisku $F_{LR}$ oraz tarcia kończyny prawej z podłożem $F_{RR}$ , |   |
| $F_{SL}$          | wypadkowa sił: nacisku $F_{LL}$ oraz tarcia kończyny lewej z podłożem $F_{RL}$ .  |   |

Rozkłady sił, pokazane na ryc. 1, opisują następujące zależności:

$$\begin{aligned}\vec{F}_G &= \vec{F}_R + \vec{F}_L \\ \vec{F}_R &= \vec{F}_{SR} \\ \vec{F}_L &= \vec{F}_{SL} \\ \vec{F}_{SR} &= \vec{F}_{LR} + \vec{F}_{RR} \\ \vec{F}_{SL} &= \vec{F}_{LL} + \vec{F}_{RL} \\ \vec{F}_{COP} &= \vec{F}_{LR} + \vec{F}_{LL}\end{aligned}$$

Człowiek jak już wspomniano, nie jest ciałem stałym i sztywnym. Za przemieszczanie jego środka masy (COM) odpowiadają zarówno siły grawitacji jak również siły generowane przez układ równowagi.

W przypadku stania swobodnego, obie kończyny mają kontakt z podłożem. W staniu swobodnym przemieszczanie się środka masy (COM) powoduje równoczesne przemieszczanie się punktów przyłożenia sił reakcji podłoża, pochodzących od kończyn dolnych: prawej ( $COP_{LR}$ ) oraz lewej ( $COP_{LL}$ ). Potwierdzają to pomiary wartości sił nacisku ( $F_{LR}$ ,  $F_{LL}$ ,  $F_{COP}$ ) oraz wyznaczane punkty statokinezyogramów:  $COP$ ,  $COP_{LR}$ ,  $COP_{LL}$ .

## WYNIKI

Jednym z głównych aspektów była możliwość niezależnego pomiaru i analizy parametrów dla obu kończyn dolnych.

Za bazę rozwiązania posłużyła waga dwuplatformowa skonstruowana na potrzeby systemu "Mora4G". System Mora4G, służący do wykrywania wad postawy, oparty jest o metodę fotogrametryczną. Potrzebny był dodatkowy aparat, umożliwiający obiektywizację wykonywanych badań. Dwuplatformowa waga - skonstruowana w tym celu - pokazywała i rejestrowała procentowe obciążenie kończyny prawej oraz lewej. Na tej podstawie można było wybrać z całej sekwencji klatek filmu, klatkę właściwą do dalszej obróbki. Waga W2P wyposażona została w możliwość pracy w trybie platformy stabilograficznej.

Przeprowadzone badania i testy wykazały, iż technicznie jest możliwe, skonstruowanie platformy dokonującej pomiaru sił nacisku:  $F_{LL}$  i  $F_{LR}$ , odrębnie dla każdej z kończyn (ryc. 2).

Zmodyfikowana też została konstrukcja mechaniczna platformy w ten sposób, że możliwe jest znaczne przesunięcie obu płyt platformy względem siebie (ryc. 3), możliwe jest także ich łatwe zamocowanie na wspólnej podstawie (ryc. 5). W ostatnim z dotychczasowych etapów prac konstrukcyjnych dodano opcję pomiaru balansu (przechylenia) oraz interfejs do gier (ryc. 4).

Zamysłem wspomnianych twórców było skonstruowanie urządzenia, mogącego jednocześnie:

- dokonywać rejestracji przemieszczania się COP,  $COP_{LR}$ ,  $COP_{LL}$ ,
- badać symetrię obciążania kończyn dolnych (balans ciała),
- rejestrować różnicę procentową balansu (L-R) w funkcji czasu,
- rejestrować odchylenia: COP,  $COP_{LR}$ ,  $COP_{LL}$  w płaszczyźnie czołowej (AP) w funkcji czasu,
- rejestrować odchylenia: COP,  $COP_{LR}$ ,  $COP_{LL}$  w płaszczyźnie strzałkowej (ML) w funkcji czasu,
- analizować granice stabilności odrębnie kończyn dolnych, lewej i prawej,
- dokonywać pomiaru przedniego i tylnego marginesu stabilności odrębnie kończyn dolnych, lewej i prawej.



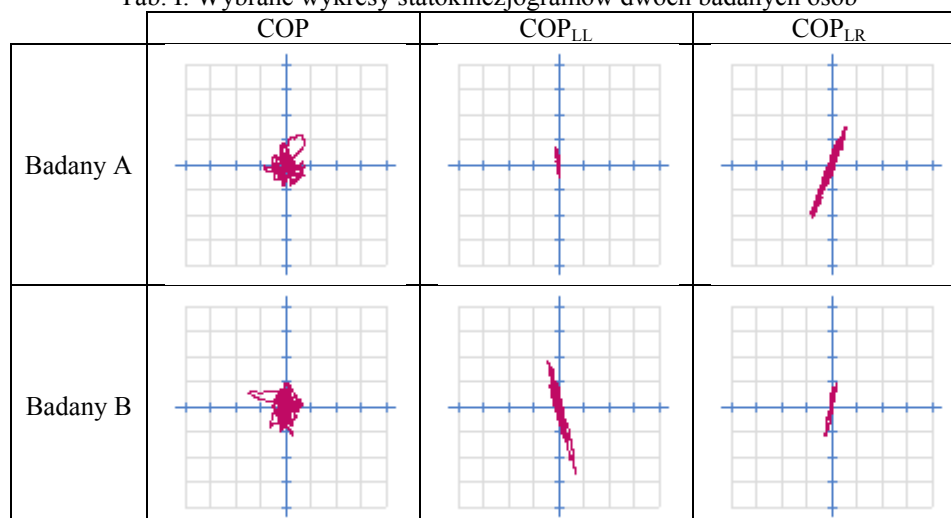
Ryc. 2 Dwuplatformowa waga stabilograficzna



Ryc. 3. Możliwość rozstawienia płyt wagi stabilograficznej

Wyniki pomiarów wykonanych przy użyciu tak skonstruowanej platformy o nowych właściwościach pomiarowych przedstawiono w Tabelicy. I.

Tab. I. Wybrane wykresy statokinezyjogramów dwóch badanych osób



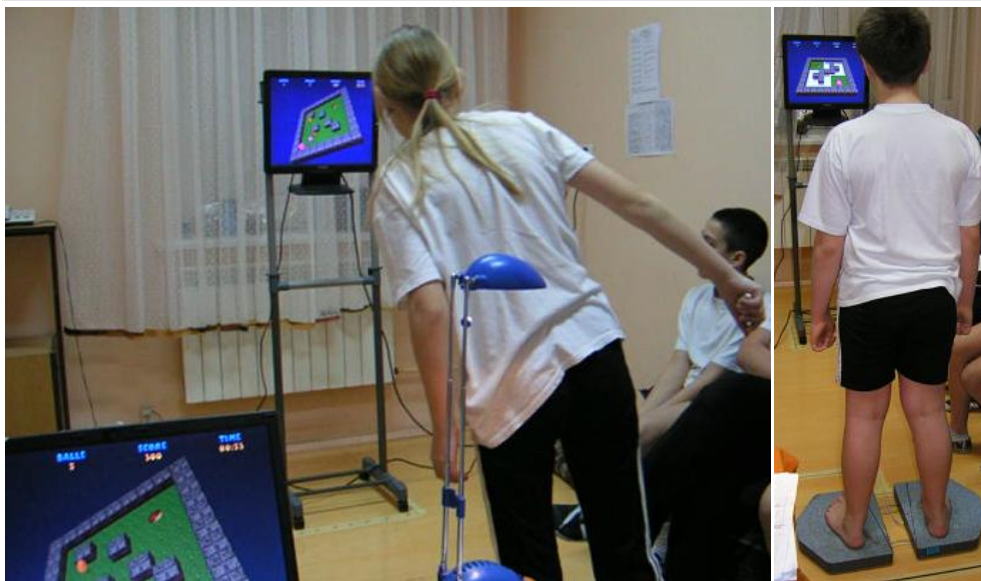
Analizując statokinezyjogramy przedstawione w tabeli 1 trudno dostrzec znaczące różnice w obrazach COP obu badanych osób. Gdy jednak porównamy statokinezyjogramy kończyny lewej (COP<sub>LL</sub>) oraz prawej (COP<sub>LR</sub>) u tych samych dwóch badanych, uwidocznią się znaczące różnice. Analizując obrazy statokinezyjogramów COP<sub>LL</sub> i COP<sub>LR</sub> u badanego A widzimy, że kończyną bardziej stabilną jest kończyna lewa, natomiast u badanego B kończyną bardziej stabilną jest kończyna prawa. Analizując wyłącznie statokinezyjogramy typu COP faktów tych u obu badanych stwierdzić nie można. Przykład ten pokazuje zasadność prowadzenia w stabilografii badań z niezależnym i równoczesnym pomiarem COP<sub>LL</sub> i COP<sub>LR</sub>.

Fizjoterapeuta oraz każdy, kogo interesują pomiary równowagi może pomyśleć, że na zważeniu, zmierzeniu, zbadaniu pacjenta kończy się rola dwuplatformowej wagi stabilograficznej. Otóż tak nie jest. Już w 2005 roku Błaszczyk i Czerwosz w swoim artykule „Stabilność posturalna a wiek”, opisali wizję przyszłości i praktycznego wykorzystania stabilografii w rehabilitacji oraz profilaktyce. Przewidywali oni, iż wraz z postępem techniki stanie się możliwe skonstruowanie niewielkim kosztem aparatury, pozwalającej na posturograficzny trening rehabilitacyjny [1].

W zamyśle pacjent za pomocą „ruchów” na platformie tensometrycznej jest w stanie sterować grą komputerową. Jest ona widziana w postaci wirtualnego obrazu na ekranie monitora. W ten sposób trenujący może wirtualnie jechać na deskorolce, zjeżdżać na nartach, itp.

Ćwiczenia takie mogą być prowadzone bez narażania osoby trenującej na ewentualne niebezpieczeństwo urazu spowodowanego upadkiem. Grając osoba ćwiczy jednocześnie mięśnie posturalne i trenuje równowagę i propriocepcję.

Takie rozwiązanie niesie za sobą dużą motywację (wynik w grze), atrakcyjność (krajobrazy zmieniające się w tle) oraz możliwość rywalizacji (gra dwóch lub kilku urządzeń spiętych w sieć). Wizję taką już udało się zrealizować (ryc. 4).



Ryc. 4. Dzieci stojące na dwuplatformowej wadze tensometrycznej i grające w grę komputerową sterowaną ruchami ich ciała (dzięki przemieszczaniu się  $COP_{LL}$  i  $COP_{LR}$ )

Treningiem równowagi zajmują się nie tylko specjaliści w rehabilitacji i fizjoterapeuci. Do tego celu stosuje się różnego rodzaju platformy balansowe. Platformy balansowe oparte zazwyczaj na wycinku walca lub kuli (ryc. 5) są często stosowane przez nauczycieli wychowania fizycznego podczas ćwiczeń korekcyjno - kompensacyjnych w szkołach.



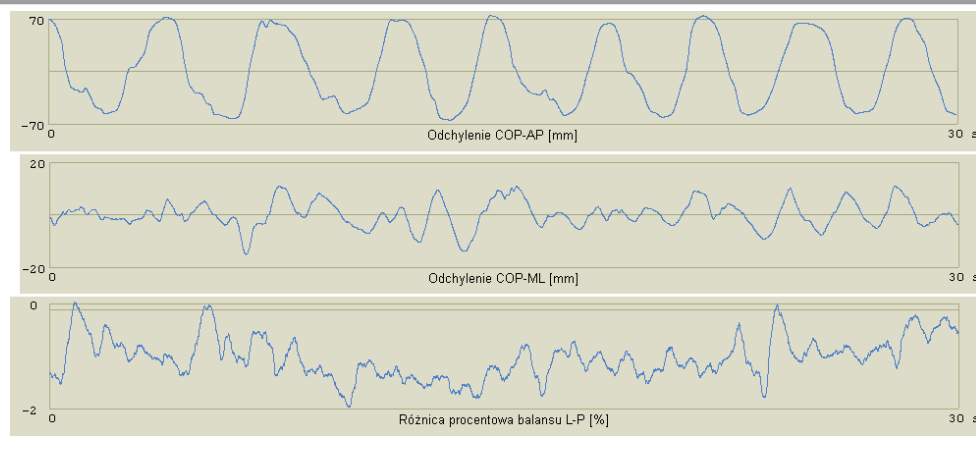
Ryc. 5. Platformy balansowe na wycinku kuli i walca.

Wzorując się na tych pomocach (ryc. 5) autorzy wraz z producentem postanowili skonstruowany dwuplatformowy posturograf umiejscowić na platformie balansowej (ryc. 6). Zapewniono w ten sposób zwiększenie liczby mięśni zaangażowanych podczas ćwiczenia. Dodanie czujników wychyleń (kiwania) zdynamizowało ćwiczenia, a także poszerzyło znacząco wachlarz pomiarowych zastosowań platformy.



Ryc. 6. Dwuplatformowa waga tensometryczna na platformie balansowej

Dodatkowo przygotowane oprogramowanie CQ-Stab uczyniło z dwuplatformowej wagi tensometrycznej uniwersalny przyrząd do oceny statycznej (stabilometrycznej) i dynamicznej (utrzymanie zadanej wartości balansu, badanie zakresu stabilności) równowagi, propriocepcji i stabilności nie tylko dla potrzeb rehabilitacji ortopedycznej, neurologicznej oraz w medycynie sportowej, ale również dla potrzeb różnorodnych badań w biomechanice i sporcie. Daje ono możliwość archiwizacji danych badanej osoby/pacjenta z możliwością odtworzenia przebiegu całej próby. Umożliwia dokonanie szybkiej analizy uzyskanych rezultatów przez monitorowanie na bieżąco graficznej wizualizacji zmian poszczególnych parametrów (ryc. 7). Oprogramowanie pozwala na eksport uzyskanych wyników w celu dokonania analizy statystycznej. Umożliwia ocenę propriocepcji, zdolności różnicowania kinestetycznego oraz graficzną prezentację testu (ćwiczenia).



Ryc. 7. Przykładowe wykresy graficznej wizualizacji zmian parametrów w funkcji czasu

Oprogramowanie, a zatem i możliwości analiz oraz testów jest systematycznie rozwijane we współpracy ze środowiskiem badawczym.

## PODSUMOWANIE

W dążeniu do wykonania zadania ruchowego, jednostronne zmniejszenie amplitudy ruchu powoduje kompensacyjny wzrost zakresu ruchu w innym kierunku. Zmiany te powstałe zazwyczaj w symetrycznym obszarze ciała, zaburzają płynną, naprzemienną pracę mięśni [3]. Praktycznie każdy problem kliniczny związany bezpośrednio lub pośrednio z aktem chodu rzutuje na zakres symetrii obciążenia stopy, a w konsekwencji na możliwość modyfikacji jej sprężystej deformacji, a po dłuższym czasie nawet budowy anatomicznej. Takie zjawisko będzie istotnym czynnikiem ryzyka dla zdrowia człowieka, zaś profilaktyka w tym kierunku nie mniej istotnym sposobem przeciwdziałania.

Zamysłem autorów było skonstruowanie urządzenia, mogącego jednocześnie:

- dokonywać rejestracji przemieszczania się COP, COP<sub>LR</sub>, COP<sub>LL</sub>,
- badać symetrię obciążania kończyn dolnych (balans ciała),
- rejestrować różnicę procentową balansu (L-R) w funkcji czasu,
- rejestrować odchylenia: COP, COP<sub>LR</sub>, COP<sub>LL</sub> w płaszczyźnie czołowej (AP) w funkcji czasu,
- rejestrować odchylenia: COP, COP<sub>LR</sub>, COP<sub>LL</sub> w płaszczyźnie strzałkowej (ML) w funkcji czasu,
- analizować granice stabilności odrębnie kończyn dolnych, lewej i prawej,
- dokonywać pomiaru przedniego i tylnego marginesu stabilności odrębnie kończyn dolnych, lewej i prawej.

Istotną zmianą jest także skonstruowanie posturografu – dwuplatformowej wagi stabilograficznej, która współbieżnie i niezależnie wykonuje pomiary dla obu kończyn. Umożliwia ona dowolne rozstawianie obu płyt wagi względem siebie. Daje to możliwość badania charakterystycznego rozstawienia kończyn dolnych na przykład u zawodników niektórych dyscyplin sportowych, w których znaczącą rolę odgrywa sposób ich rozstawienia. Takimi charakterystycznymi sposobami rozstawienia kończyn są przykładowo: pozycja wykroczo - zakroczo u zawodników sportów walki lub pozycja równoważna (kończyna przed kończyną) u gimnastyków.

Dla stworzenia warunków do treningu równowagi i propriocepcji możliwe jest łatwe mocowanie wagi na platformie balansowej o różnym profilu (np.: walca lub kuli). Trening równowagi ma bowiem ogromne znaczenie w rehabilitacji a także w sporcie. Jeśli przybiera on formę gry lub zabawy, tym bardziej staje się skuteczny zwłaszcza dla osób z zaburzeniami równowagi, lub cierpiącymi na zawroty głowy, bojącymi się upadku. Może służyć do treningu sportowców, dzieci, młodzieży. Dzięki tak atrakcyjnej formie można zmobilizować do ćwiczeń, a także rywalizacji zarówno dzieci jak i osoby starsze [10].

W tym celu opracowano również możliwość pomiaru balansu (przechylenia) oraz interfejs do gier i zabaw. Możliwe jest więc wykorzystanie aparatury do posturograficznego treningu rehabilitacyjnego. W zamyśle autorów pacjent za pomocą „ruchów” na platformie tensometrycznej będzie w stanie sterować grą komputerową. Będzie ona widziana w postaci wirtualnego obrazu na ekranie monitora. W ten sposób trenujący mógłby wirtualnie jechać na deskorolce, zjeżdżać na nartach, itp. Ćwiczenia takie będą prowadzone bez narażania osoby trenującej na ewentualne niebezpieczeństwo urazu spowodowanego upadkiem. Grając osoba ćwiczy jednocześnie mięśnie posturalne i trenuje równowagę i propriocepcję. Takie rozwiązanie niesie za sobą dużą motywację (wynik w grze), atrakcyjność (krajobrazy zmieniające się w tle) oraz możliwość rywalizacji (gra dwóch lub kilku urządzeń spiętych w sieć).

Być może pomysł opisywany w tym artykule stanie się, poza wymienionymi już zastosowaniami, pomocnym narzędziem w preselekcji do wybranej dyscypliny sportowej.

Tak więc, o ile człowiek ma dwie kończyny, to stając na dwuplatformowej wadze stabilograficznej, poza możliwością zagrania w ulubioną grę, może precyzyjnie sprawdzić między innymi: czy symetrycznie obciąża kończyny oraz którą z nich ma bardziej stabilną.

## PIŚMIENNICTWO

1. Bałaszczyk W., Czerwosw L. Stabilność posturalna w procesie starzenia. Gerontologia Polska, Warszawa 2005.
2. Dyszkiewicz A, Zielosko B, Wakulicz-Deja A, Wróbel Z. Jednoczesna akwizycja wielopoziomowo sprzężonych parametrów organizmu krokiem do wyższej swoistości wnioskowania diagnostycznego. MPM, Krynica Górská 2004
3. Elliot C. Murray A.: Repeatability of Body Sway Measurements; Day-To-Day Variation Measured by Sway Magnetometry. Physiol. Meas 1998
4. Gurfinkel i wsp. Regulacja pozy człowieka. Nauka, Moskwa 1965.
5. Hordyńska E., Opara J.: Biomechaniczne aspekty bólów krzyża u jeźdźców. Fizjoter. Polska 2002
6. Kuczyński M.: Model lepko-sprężysty w badaniach stabilności postawy człowieka. Wyd. AWF Wrocław, Wrocław 2003
7. Moe-Nilssen R.: Trunk Accelerometry. A New Method for Assessing Balance Under Various Task and Environmental Constraints. University of Bergen 1999
8. Pethe-Kania K.: Nowoczesne metody oceny wyników rehabilitacji chorych po endoprotezo plastyce stawu biodrowego. Rehabilitacja w praktyce nr.4, Warszawa 2007
9. Winter A.B.C. of Balance During Standing and Walking. University of Waterloo. Ontario 1995.
10. [www.koordynacja.com.pl](http://www.koordynacja.com.pl)

## STRESZCZENIE

Człowiek zazwyczaj ma dwie nogi – ujęcie stabilograficzne

Mariusz Strzecha, Henryk Knapik, Paweł Baranowski, Jan Pasiak

Praca niniejsza przedstawia w aspekcie metodologicznym różnice, jakie występują w badaniach stabilograficznych, przy zmianie sposobu pomiaru sił nacisku, wywołanego przez osobę stojącą swobodnie na dwuplatformowej wadze stabilograficznej. Zmiany te polegają na osobnym, ale współbieżnym, pomiarze wielkości sił nacisku na platformę, pochodzących od kończyn dolnych lewej oraz prawej. Proponowany przez autorów sposób pomiaru umożliwia ilościową ocenę jakościowych zmian symetrii w zachowaniach ruchowych osób. Opisane są warunki techniczne zapewniające powtarzalność badań. Zmodyfikowana też została konstrukcja mechaniczna platformy w ten sposób, że możliwe jest znaczne przesunięcie obu płyt dwuplatformowej wagi stabilograficznej względem siebie. Możliwe jest także ich łatwe zamocowanie na wspólnej podstawie o różnym profilu na bazie walca i kuli. Opracowano również możliwość pomiaru balansu (przechylenia) oraz interfejs do gier i zabaw. Możliwe jest więc wykorzystanie aparatury do posturograficznego treningu rehabilitacyjnego. W zamyśle autorów pacjent za pomocą „ruchów” na platformie tensometrycznej będzie w stanie sterować grą komputerową. Jest ona widziana w postaci wirtualnego obrazu na ekranie monitora. W ten sposób trenujący może wirtualnie jechać na deskorolce, zjeżdżać na nartach, itp. Ćwiczenia takie są prowadzone bez narażania osoby trenującej na ewentualne niebezpieczeństwo urazu spowodowanego upadkiem. Grając osoba ćwiczy jednocześnie mięśnie posturalne i trenuje

równowagę i propriocepcję. Takie rozwiązanie niesie za sobą dużą motywację (wynik w grze), atrakcyjność (krajobrazy zmieniające się w tle) oraz możliwość rywalizacji (gra dwóch lub kilku urządzeń spiętych w sieć). Przedstawiane oprogramowanie skojarzone z dwuplatformową wagą stabilograficzną umożliwia badanie i ocenę: statycznej i dynamicznej równowagi, propriocepcji, granic i zakresu stabilności, zdolności różnicowania kinestetycznego oraz graficzną wizualizację rejestrowanych w czasie parametrów, uzyskiwanych w trakcie badań, ćwiczeń oraz testów i gier. W pracy przedstawiono niektóre możliwe sposoby wykorzystania nowego urządzenia do treningu równowagi; również w trakcie zabawy.

Takie podejście do treningu równowagi i propriocepcji jest bardzo atrakcyjne, szczególnie w pracy z dziećmi i młodzieżą. Może być wykorzystywane przede wszystkim dla potrzeb rehabilitacji ortopedycznej, neurologicznej oraz w medycynie sportowej, dla osób z zaburzeniami równowagi, cierpiącymi na zawroty głowy, czy osób starszych bojących się upadku. Zdaniem autorów przedstawiony w niniejszym artykule sposób badania stanie się, poza wymienionymi już zastosowaniami, pomocnym narzędziem w preselekcji do wybranej dyscypliny sportowej.

Tak więc, o ile człowiek ma dwie kończyny, to stając na dwuplatformowej wadze stabilograficznej, poza możliwością zagrania w ulubioną grę, może precyzyjnie sprawdzić między innymi: czy symetrycznie obciąża kończyny oraz którą z nich ma bardziej stabilną.

## ABSTRACT

A man has usually two legs- stabilographycal depiction

Mariusz Strzecha, Henryk Knapik, Paweł Baranowski, Jan Pasiak

This article presents differences in methodological aspect, that are found in stabilographical examinations, by the change of method of pressure force measurement caused by a person standing freely on two platforms of stabilographic scale. Those changes arise from separate, but synchronous, measuring of volume of forces acting on a platform, that originate from left and right lower extremities.

The method of measuring offered by authors makes possible the quantitative estimation of high-quality changes of symmetry of a person in movement.

The article presents technical conditions and notarizing repeated examinations.

Mechanical construction of platform was modified to enable considerable movement of both halves in relation to themselves.

Their easy fixing is also possible on a platform with a different shape: cylindrical or and spherical. The presented scale offers possibility of measuring of balance inclinations and also interface to the games and funs. The use of device is possible during posturographical rehabilitation training.

The authors of the project developed this device in order to use the scale as a steering control tool for computer games. The state of balance can be seen on the computer screen. Such a construction allows to adjust the controls during playing games (skiing, skateboarding etc.) by the person undergoing training. This type of training excludes the danger of injury or trauma affected by a fall.

When playing a person trains postural muscles, balance as well as proprioception.

Such a solution builds motivation (resulting in a game), attractiveness (landscape changes in the background) and also possibility of competition (two or more players combined in a network).

Software connected with two platform stabilographic scale makes possible an examination and estimation: of static and dynamic balance, proprioception, limits, capabilities of differentiation of kinaesthetic, graphic visualization of registered parameters

during examinations. The article presents possible methods of the usage of the new device by training of balance during playing games.

Such an approach to the training of equilibrium and proprioception is very attractive, in particular in work with children and young people. Can be used foremost for the necessities of orthopaedic and neurological rehabilitation, and also in sporting medicine, for persons with disorders of equilibrium, sufferings on the turns of head, whether senior persons of falling, which are afraid.

In opinion of authors the method of examination presented in this article will be excellent tool during by preselection to specific sport discipline.

So consequently, if a man has two extremities, when standing on two platform stabilography scale, except possibility of playing a favorite game, he can additionally check how symmetric loads extremities and also which from them is more „stable”.



**KOORDYNACJA** Mariusz Strzecha  
Rożki 54, 26-624 Kowala  
[www.koordinacja.com.pl](http://www.koordinacja.com.pl)  
[koordinacja@koordinacja.com.pl](mailto:koordinacja@koordinacja.com.pl)  
tel. 606-592-153

**KOORDYNACJA**

**Prowadzimy sprzedaż aparatury**  
do zastosowań: medycznych,  
sportowych, rehabilitacyjnych  
**Oferujemy badania:** postawy ciała,  
równowagi, powtarzalności ruchów