

# Równowaga i stabilność posturalna

Obfitująca w niezwykle bogactwo **aktywność ruchowa** człowieka, bazująca na skomplikowanych procesach neurofizjologicznych jest specyficznym i niezwykle cennym wskaźnikiem stanu organizmu.



Wszelkie zmiany w funkcjonowaniu układu ruchowego zarówno w jego części sterującej jak i wykonawczej są powodem różnego rodzaju zmian aktywności ruchowej człowieka często uwidaczniających się w postaci bardziej lub mniej specyficznych objawów, które możemy oceniać.

Aktywność ruchowa człowieka obejmuje szeroki zbiór zachowań takich jak:

mimika twarzy,  
mowa,  
ruchy dowolne o różnym stopniu złożoności,  
utrzymanie równowagi i lokomocja

**jednak ważne by pamiętać że !**

**Prawidłowa stabilna postawa ciała jest warunkiem niezbędnym do realizacji większości ruchów dowolnych i czynności lokomocyjnych.**

**dlatego !**

**Badanie stabilności posturalnej wchodzi w skład większości testów klinicznych oceniających aktywność ruchową.**

# Proces kompleksowej diagnostyki nacelowanej na ocenę aktywności ruchowej wymaga wykonania wielu różnorodnych badań

Systemową ocenę kontroli stabilności postawy ciała można rozpatrywać w trzech kategoriach:

## Biomechanicznej

zakresy ruchomości stawów,  
siła mięśniowa,  
tonus mięśniowy

## Koordynacyjnej

szybkość i precyzja ruchu,  
ocena wrodzonych i nabytych  
wzorców ruchowych

## Sensorycznej

czucie ułożenia ciała w przestrzeni,  
czucie kierunku wykonywanego ruchu,  
orientacja ciała względem pionu itp.

**Celem  
biomechanicznej analizy  
postawy ciała jest:**

stwierdzenie problemu  
niestabilności posturalnej

ocena stopnia zagrożenia  
upadkiem

określenie źródła zaburzeń  
równowagi

weryfikacja skuteczności  
zastosowanej terapii

**Swoboda z jaką człowiek utrzymuje równowagę w postawie stojącej powoduje, że traktujemy równowagę i stabilność posturalną jako coś oczywistego, nie wymagającego żadnego wysiłku czy zaangażowania.**

Dzieje się tak dlatego ponieważ, pionowa postawa ciała człowieka jest czynnością odruchową bazującą na wykształconym w trakcie rozwoju odruchu postawy (mówiąc prościej bazujemy na „przyzwyczajeniu”)

**Jak wszystkim wiadomo !** nawyk ruchowy jest jednym z ostatnich etapów opanowywania umiejętności ruchowych umożliwiających realizowanie i wielokrotne powtarzanie zadania ruchowego w podobny sposób i to bez zaangażowania świadomości.

Ponieważ system regulacji postawy ciała na początku życia człowieka wymaga rozwoju i doskonalenia i wypracowywany jest w trakcie zdobywania przez dziecko nowych umiejętności ruchowych - uczenia się i zapamiętywania ruchów – zarówno samo osiągnięcie pozycji pionowej jak i kontrola równowagi jest dla dziecka dużym osiągnięciem rozwojowym.

Osiągnięcie pozycji pionowej i kontroli równowagi posturalnej to proces przebiegający wg znanego schematu

*Ja też na razie mam problemy z równowagą*



odruchy bezwarunkowe

odruchy warunkowe

stereotypy dynamiczne

nawyk ruchowy



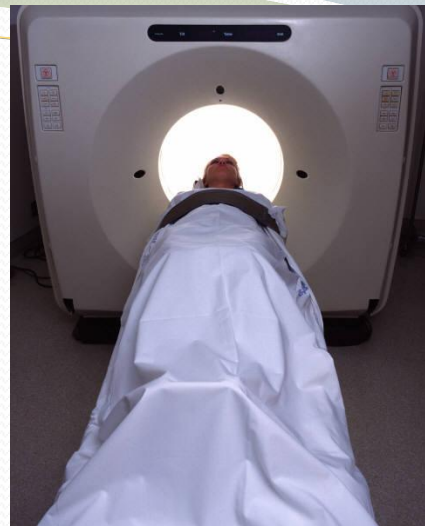
**Jak wynika z badań istnieje okres w rozwoju człowieka, w którym znacznie bardziej intensywnie w stosunku do reszty etapów życiowych przebiega rozwój badanej zdolności. (Starosta W. 2003)**

**W przypadku zdolności równowaznych okres ten przypada na lata ok. 7.-11. roku życia i najprawdopodobniej nigdy więcej się nie powtarza.**

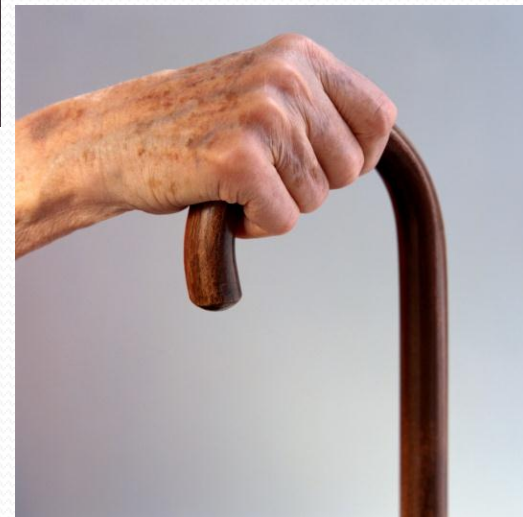
**W teorii wspomina się także o okresie krytycznym dla rozwoju równowagi (ok. 11.-13. r.ż.), w którym następuje czasowa stagnacja lub nawet częściowy regres poziomu zdolności zachowania równowagi ciała.**

**Dlatego bardzo istotny jest przemyślany, ukierunkowany na rozwój zdolności koordynacyjnych i równowagi, trening dzieci w wieku szkolnym pomiędzy 7 a 11 rokiem życia.**

**Zdarza się jednak niestety iż, całą złożoność procesów kontroli równowagi dostrzegamy dopiero w przypadku jej upośledzenia najczęściej spowodowanego:**



**zmianami chorobowymi**



**starością**

**Pogorszenie kontroli równowagi posturalnej zagrożone jest upadkami i dalszymi ich konsekwencjami zdrowotnymi**

## Piśmiennictwo:

1. Błaszczyk J. W. Biomechanika Kliniczna. AWF Katowice, 2010.
2. Tejszerska D. Świtoński E. Gzik M. Biomechanika narządu ruchu człowieka. Politechnika Śląska Gliwice, Wydawnictwo Naukowe Instytutu Technologii i Eksploatacji – PIB. 2011.
3. Oatis C. A. Kinesiology. The mechanics & pathomechanics of human movement. Lippincott Williams & Wilkins, 2009.
4. Nowotny J., Saulicz E. Niektóre zaburzenia statyki ciała i ich korekcja. AWF Katowice 1993.
5. Nowotny J. Podstawy fizjoterapii. Wyd. Kasper 2004.



# **PODSTAWOWE POJĘCIA**

**Równowagę ciała,  
jako nierozłączną cechę związaną z motorycznością człowieka,  
określa się jako zdolnością organizmu do utrzymania pozycji ciała  
bez pomocy drugiej osoby.  
Równowaga jest również taką cechą organizmu, która pozwala na  
odzyskanie swego stanu w czasie wykonywania określonych  
czynności lub po ich zakończeniu**

**Według umownego podziału równowagę jako cechę  
organizmu dzieli się na dwie składowe, którymi są:  
równowaga statyczna  
i równowaga dynamiczna**

## **równowaga statyczna**

**O równowadze statycznej, mówi się w przypadku niezmiennego się punktu podparcia ciała pacjenta i warunkowana jest ona czynnikami genetycznymi oraz środowiskowymi.**

Ten typ równowagi bardziej szczegółowo określony może być jako:

- **równowaga stała** – stan, w którym po wytrąceniu ze stanu równowagi ciało badanego po pewnym czasie powróci do położenia wyjściowego;
- **równowaga chwiejna** – stan, w którym środek ciężkości ciała badanego zmienia swoje położenie, a wychylenia wywołują przemieszczanie się całego ciała

## **równowaga dynamiczna**

**Pod pojęciem równowagi dynamicznej rozumie się zdolność organizmu do utrzymania równowagi w sytuacji zmieniającego się punktu podparcia.**

**W związku z tym istnieje podział na typy ruchów, w których analizuje się równowagę dynamiczną:**

- ruchy na małej powierzchni podparcia;
- ruchy na małej i przemieszczającej się powierzchni podparcia;
- ruchy z obrotami wokół podłużnej osi ciała bez podparcia;
- ruchy z obrotami wokół różnych osi z podparciem;
- ruchy ze zmianą szybkości i kierunku;
- ruchy bez powierzchni podparcia.

**Omawiany rodzaj równowagi uwarunkowany jest przede wszystkim środowiskowo, tj. stopniem wytrenowania wybranej zdolności,**

**Równowaga posturalna** - to pewien określony stan układu posturalnego. Stan ten charakteryzuje pionowa orientacja ciała osiągnięta dzięki zrównoważeniu działających na ciało sił. Równowagę zapewnia układ nerwowy przez odruchowe napięcie odpowiednich grup mięśni nazywanych posturalnymi lub antygravitacyjnymi



**Stabilność posturalna – jest pojęciem szerszym i oznacza zdolność do odzyskiwania stanu równowagi.**

W przypadku postawy człowieka stabilnością nazywamy zdolność do aktywnego przywrócenia typowej pozycji ciała w przestrzeni utraconej w wyniku działania **czynników destabilizujących** takich jak:



**własna aktywność ruchowa**

**siły zewnętrzne**

## czynniki destabilizujące

siła bodźca zakłócającego

wielkość zakłócenia  
równowagi

Zdolność do odzyskiwania  
równowagi po zadziałaniu  
bodźca zakłócającego  
nazywamy  
**STABILNOŚCIĄ  
FUNKCYJONALNĄ**

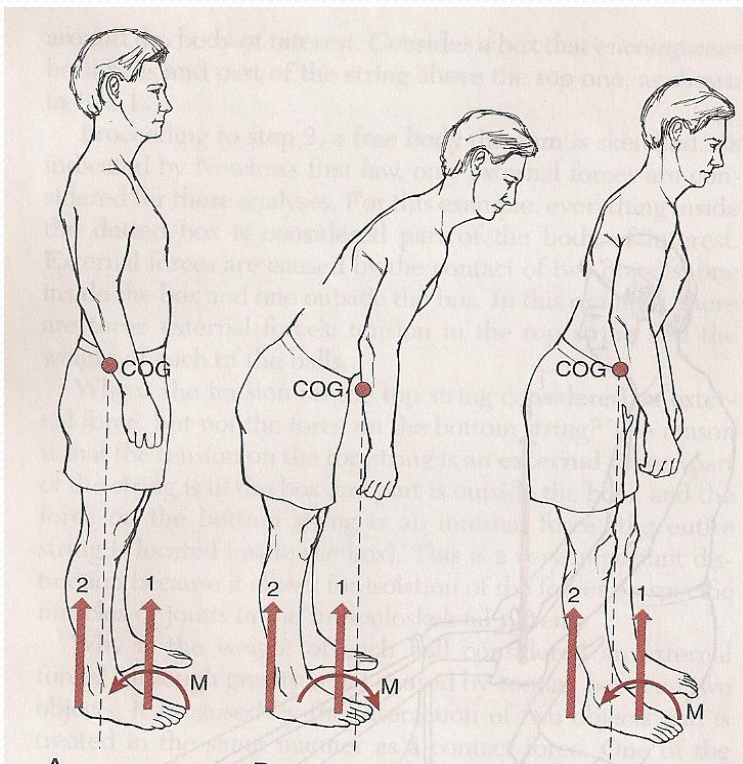
zaburzenie systemu kontroli  
równowagi

wyłączenie lub zmiany  
funkcjonowania struktur  
nerwowych  
odpowiedzialnych za  
kontrolę równowagi  
*ograniczenie bodźców wzrokowych,  
stanie na jednej nodze  
niestabilna powierzchnia podparcia  
itp..*

Stabilność układu przy  
zmianach struktury  
sterowania to  
**STABILNOŚĆ  
STRUKTURALNA**

**Pionowa orientacja ciała przy stosunkowo małej płaszczyźnie podparcia powoduje, że postawa stojąca człowieka jest bardzo wrażliwa na zakłócenia stabilności**

Za wyznacznik stabilności postawy stojącej można przyjąć np. położenie ogólnego środka ciężkości (COG) względem pola podparcia



**1. System kontroli równowagi**  
*różne poziomy układu nerwowego*

**2. Aktywność mm. posturalnych**

**3. Równowaga posturalna**  
*niewielki zakres wychwiał COG*

**3 podstawowe grupy receptorów odpowiedzialnych za zbieranie informacji wykorzystywanych w procesie kontroli równowagi to:**

- **układ przedsionkowy ,**
- **wzrok,**
- **układ proprioceptorów**

**Sygnaly odbierane przez te struktury są źródłem informacji o pozycji ciała oraz jego orientacji względem zewnętrznego i wewnętrznego układu odniesienia**

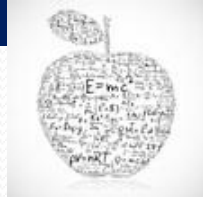
*Teoria neurofizjologa Jean Masiona - 1992*

W procesie kontroli równowagi posturalnej organizm wykorzystuje:

**ZEWNĘTRZNY UKŁAD  
REFERENCYJNY**

tworzony jest na bazie :

- bodźców wzrokowych
- siły grawitacji



**WEWNĘTRZNY UKŁAD  
REFERENCYJNY**

tworzony jest na bazie :

- nawyk posturalny
- schematy ciała



**Zarówno wewnętrzne jak i zewnętrzne układy odniesienia pozwalają na monitorowanie odchylenia od stanu równowagi.**

## Piśmiennictwo:

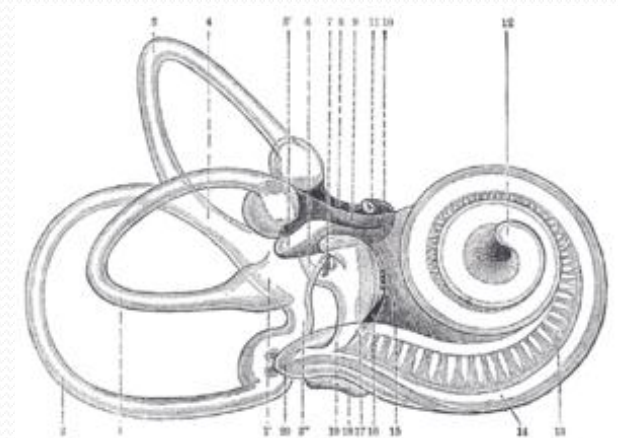
1. Błaszczyk J. W. Biomechanika Kliniczna. AWF Katowice, 2010.
2. Tejszerska D. Świtoński E. Gzik M. Biomechanika narządu ruchu człowieka. Politechnika Śląska Gliwice, Wydawnictwo Naukowe Instytutu Technologii i Eksploatacji – PIB. 2011.
3. Oatis C. A. Kinesiology. The mechanics & pathomechanics of human movement. Lippincott Williams & Wilkins, 2009.
4. Nowotny J., Saulicz E. Niektóre zaburzenia statyki ciała i ich korekcja. AWF Katowice 1993.
5. Nowotny J. Podstawy fizjoterapii. Wyd. Kasper 2004.
6. Winter D.A. Human balance and posture control during standing and walking. Gait & Posture 1995; 3: 193 – 214.



Systemy i struktury anatomiczne  
odpowiedzialne za kontrolę procesów  
równoważnych

**Wzrok oraz system przedsionkowy są układami lokalnymi monitorującymi położenie głowy w przestrzeni. Proprioceptory tworzą sieć czujników obejmujących całe ciało .**

**Każda z tych struktur zbiera inny rodzaj informacji inaczej wpływając na kontrolę równowagi.**





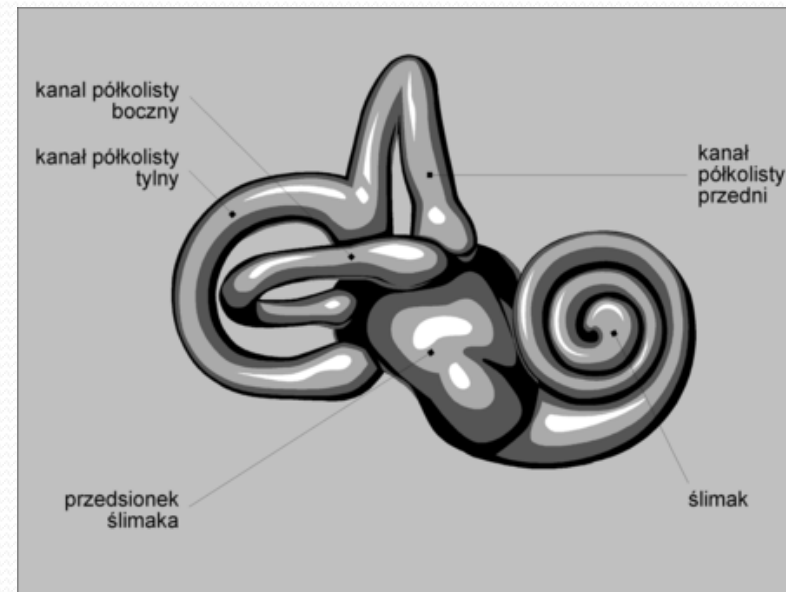
**Narząd równowagi czyli układ przedsionkowy służy do właściwego utrzymywania położenia głowy względem kierunku działania siły ciężkości – realizuje więc zadanie orientacji przestrzennej sylwetki.**

Narząd przedsionkowy zbudowany jest z 3 kanałów półkolistych położonych we wzajemnie prostopadłych płaszczyznach, w których znajdują się receptory (komórki włosowate) przekazujące informację o **kierunku i szybkości ruchu głowy.**

Są to półkoliste twory wypełnione śródcłonką ułożone prostopadle względem siebie.

Przy obrocie głowy śródcłonka z powodu swej bezwładności przesuwa się wolniej, podczas gdy przewód półkolisty wykonuje ruch razem z głową. Następuje więc przesunięcie śródcłonki w stosunku do ścian przewodu. Prąd śródcłonki podrażnia włoski nabłonka nerwowego. Każdy ruch głowy jest rejestrowany i podrażnienia zostają przeniesione do ośrodkowego układu nerwowego.

*kanaly półkoliste*

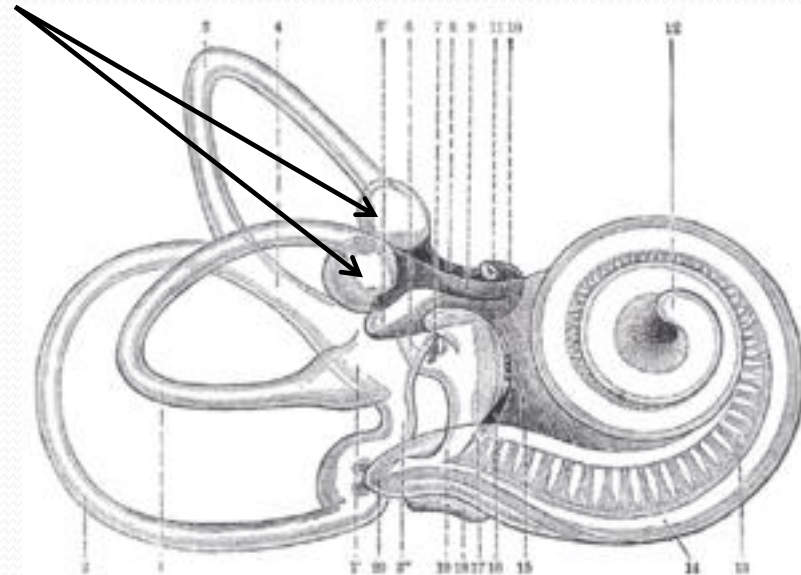


**U nasady zespołów kanałów półkolistych znajdują się dwie wypełnione śródchłonką komory zwane woreczkiem i łagiewką – narząd otolitowy**

W ich wnętrzu na dolnej ścianie rozmieszczone są skupiska komórek włosowatych . Bodźców mechanicznych dla tych komórek dostarczają przemieszczające się pod wpływem siły grawitacji pływające w śródchłonce nierozpuszczalne kryształy soli wapnia – statolity.

Sygnaly z narządów otolitowych przekazują do mózgu informację o **statycznym położeniu głowy w przestrzeni**

*narządy otolitowe*



Sygnały o położeniu i ruchach głowy przekazywane są do rdzenia za pośrednictwem jąder przedśionkowych.

**Boczne jądra przedśionkowe (Deitersa) są miejscem integracji sygnałów z narządów otolitowych mózdzku i rdzenia kręgowego.**

Na tej podstawie odpowiednie komórki jąder przedśionkowych generują odpowiednie sygnały pobudzające motoneurony mięśniowe  $\beta$   $\alpha$ .

**W procesie regulacji równowagi podobną funkcję do narządu przedsionkowego pełni wzrok. W tym przypadku orientacja przestrzenna ciała ustalana jest na podstawie położenia innych obiektów znajdujących się w bezpośrednim otoczeniu człowieka**

**W układzie wzrokowym znajdują się wyspecjalizowane zespoły neuronów wrażliwych na pionową i poziomą orientację bodźców i na tej podstawie ustalana jest prawidłowa orientacja ciała**



**Sieć receptorów czucia głębokiego – proprioceptorów zlokalizowana m.in. w torebkach stawowych, więzadłach i mięśniach czuła na odkształcenia mechaniczne tych struktur przekazują do OUN informacje o szybkości ruchu, położeniu stawu o wielkości i lokalizacji sił działających na staw.**

**mechanoreceptory**

**I typu –**

*3-8 ciał, 40-100µm,*

*zewnętrzna*

*(włóknista) warstwa*

*torebki stawowej, niski*

*próg pobudliwości,*

**informacja o**

**ustawieniu**

**kątowym – pozycji w**

**stawie**

**mechanoreceptory**

**II typu –**

*1-2 ciał, 100-280µm,*

*wewnętrzna warstwa*

*torebki stawowej, niski*

*próg pobudliwości,*

**informacja o kierunku**

**wykonywanego ruchu**

**mechanoreceptory**

**III typu –**

*1-2 ciał, 100-600µm,*

*przyczep ścięgna, wysoki*

*próg pobudliwości,*

**Ochrona mięśnia i**

**ścięgna przed**

**nadmiernym**

**rozciągnięciem**

**W kontroli motorycznej w tym również w regulacji równowagi pewną rolę odgrywają również mechanoreceptory skórne, ich pobudzenie powoduje zarówno sam ruch ale przede wszystkim kontakt ciała z innymi przedmiotami.**

**mechanoreceptory  
skórne I typu –  
ciałka dotykowe Meissnera  
łknotki dotykowe Merkela  
lokalizacja - skóra dłoni, stóp i warg  
brak aktywności spontanicznej**

***Receptory te są bardzo wrażliwe na:***

- przemieszczenia skóry,***
- percepcję kształtu i rodzaju powierzchni,***
- czułe detektory szybkości ruchu (ciałka Meissnera)***

**W kontroli motorycznej w tym również w regulacji równowagi pewną rolę odgrywają również mechanoreceptory skórne, ich pobudzenie powodują zarówno sam ruch ale przede wszystkim kontakt ciała z innymi przedmiotami.**

**mechanoreceptory  
skórne II typu –  
ciałka Ruffiniego  
ciałka Paciniego**

*lokalizacja - skóra dłoni, stóp i tułowia  
aktywność spontaniczna*

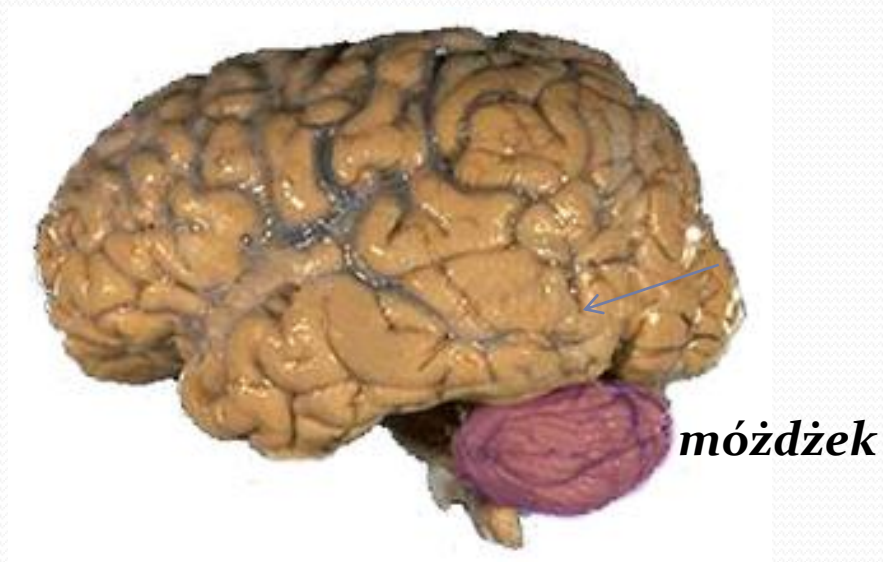
***Receptory te są bardzo wrażliwe na:***

- odkształcenia skóry leżącej nad nimi,***
- rozciąganie skóry na skutek bodźców mechanicznych w obszarach odległych od receptora***

***W odpowiedzi tych receptorów można wyróżnić dwie składowe:***

- statyczną – zależną od siły bodźca mechanicznego;***
- dynamiczną – zależną od szybkości zmian bodźca mechanicznego***





**Móżdżek odbiera informację ze wszystkich typów receptorów całego ciała (błędnika, proprioreceptorów, eksteroreceptorów, telereceptorów).**

**Przetwarza je, gromadzi na ułamek sekundy, a następnie kontroluje układ ruchu.**

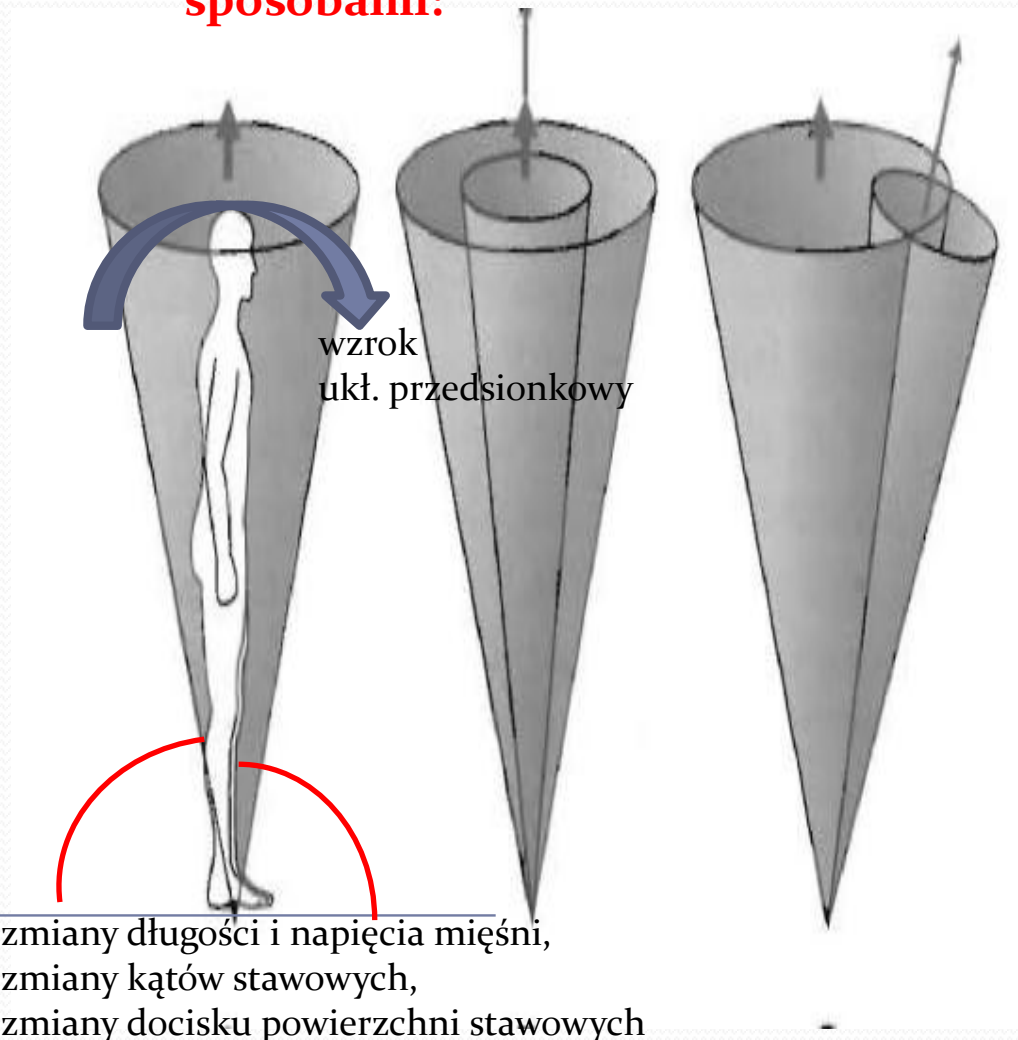
**Móżdżek nie inicjuje dowolnych ruchów ciała, lecz pełni funkcję dystrybutora siły skurczów mięśni szkieletowych, umożliwiającą poruszanie się człowieka, utrzymywanie postawy wyprostnej i wykonywanie płynnych ruchów kończyn.**



**Najprostszym modelem opisującym postawę stojącą jest model odwróconego wahadła**

**Według tej koncepcji stabilność postawy stojącej można zapewnić dwoma sposobami:**

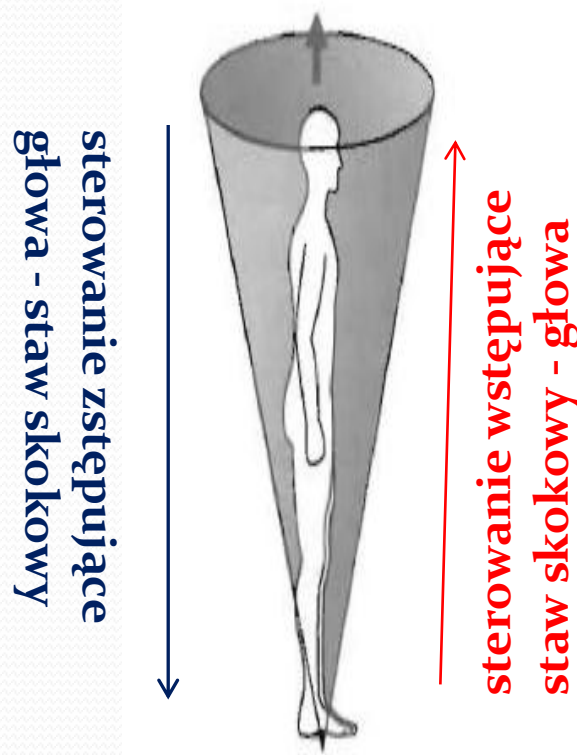
**I. Sygnały o położeniu górnego końca wahadła czyli głowy**



**II. Monitorowanie kąta nachylenia względem płaszczyzny podparcia – propriocepcja stawu skokowego**

zmiany długości i napięcia mięśni,  
zmiany kątów stawowych,  
zmiany docisku powierzchni stawowych

Mozna zatem stwierdzić, że równowagę ciała zapewnia integracja w układzie nerwowym sterowania obwodowego, wstępującego - sterowanie staw skokowy - głowa zstępującego - sterowanie głowa - staw skokowy.



Obydwa sterowania uzupełniają się wzajemnie dlatego niesprawność jednego z nich może być kompensowana aktywnością drugiego



# Procesy sterowania równowagą a wiek

**Wraz z wiekiem następuje stopniowe upośledzenie funkcji układu ruchowego i posturalnego. Upośledzenie sprawności mechanizmów kompensujących powoduje gwałtowny spadek stabilności postawy**

**Głównym objawem niestabilności posturalnej są upadki powodujące urazy ciała**

**Niestabilność posturalna występuje:**

*14% osób w wieku 50 – 60 lat*

*22% osób w wieku 60 – 75 lat*

*35% osób w wieku 80 lat*

**Działanie zewnętrznych czynników destabilizujących, których skutki nie są przewidywane, wymaga natychmiastowej adekwatnej odpowiedzi ze strony układu kontroli stabilności.**

**Przeciwdziałanie utracie równowagi jest skuteczne, gdy w określonym czasie (70 – 100 ms) układ nerwowy zdoła rozpoznać bodziec destabilizujący oraz wykonać program (zbiór typowych wzorców, synergii mięśniowych) przywracający równowagę bazujący na szybkich skoordynowanych ruchach kompensujących niestabilność**

**Im większy jest ten zbiór tym dłużej trwa proces selekcji odpowiedniej reakcji ruchowej**

**Szybkość reakcji ruchowej przywracającej równowagę dramatycznie maleje gdy istnieje konieczność dokonania wyboru.**

Oznacza to, że utrzymanie równowagi staje się znacznie skuteczniejsze, gdy zredukujemy liczbę potencjalnych programów ruchowych przywracających równowagę.

Takie działania kompensacyjne obserwuje się zarówno u osób stojących na niestabilnym podłożu jak i u osób starszych

*W obydwu przypadkach liczba potencjalnych reakcji ruchowych redukowana jest przez pochylenie ciała do przodu.*

*pochylenie ciała do przodu*



**W ten sposób zwiększa się prawdopodobieństwo utraty równowagi w tzw. „porządanym” kierunku , który umożliwia skorzystanie z ustalonej, szybko dostępnej strategii odzyskiwania równowagi**

*Amerykanie Fay Horak i Lewis Neshner opisali dwie podstawowe strategie odzyskiwania równowagi*



**Pierwszą z nich obserwuje się w czasie nieznacznego zaburzenia równowagi u osób stojących na stabilnym podłożu**

**W tym wypadku w czasie odzyskiwania równowagi występuje charakterystyczna sekwencja rozpoczynająca się skurczem mięśni stawu skokowego – strategia stawu skokowego**



*Amerykanie Fay Horak i Lewis Neshner opisali dwie podstawowe strategie odzyskiwania równowagi*



Drugą strategię obserwuje się u osób stojących na wąskim podłożu


W tym wypadku w czasie odzyskiwania równowagi występuje sekwencja pracy mięśniowej rozpoczynająca się od napięcia mięśni ud i mięśni tułowia następnie przenosząca się na dalsze mięśnie kończyn dolnych – strategia stawu biodrowego

Neshner wyróżnił jeszcze trzeci sposób odzyskiwania równowagi zwany strategią kroku.

W przypadku działania znacznego bodźca destabilizującego osoba wykonuje krok chroniąc ciało przed upadkiem.

## Piśmiennictwo:

1. Błaszczyk J. W. Biomechanika Kliniczna. AWF Katowice, 2010.
2. Tejszerska D. Świtoński E. Gzik M. Biomechanika narządu ruchu człowieka. Politechnika Śląska Gliwice, Wydawnictwo Naukowe Instytutu Technologii i Eksploatacji – PIB. 2011.
3. Oatis C. A. Kinesiology. The mechanics & pathomechanics of human movement. Lippincott Williams & Wilkins, 2009.
4. Traczyk W., Trzebski A.: „Podstawy fizjologii człowieka z elementami fizjologii stosowanej i klinicznej” PZWL Warszawa 2001
5. Bochenek A. Reicher M. : Anatomia człowieka. T. I. PZWL Warszawa 2002.
6. Kahle W., Leonhardt H., Platzer W. Podręczny atlas anatomii człowieka. Red Gołąb B. Wydawnictwo Medyczne Słotwiński Verlag Brema 1997.
7. Nowotny J. Podstawy fizjoterapii. Wyd. Kasper 2004.



Ocena jakości kontroli postawy ciała –  
platforma stabilometryczna – informacje  
podstawowe

**COG – center of gravity** – Ogólny Środek Ciężkości Ciała -  
OSC

**COP - center of foot pressure** - środek nacisku stóp na  
podłoże;

**COF – center of force** – środek siły

*(pojęcie analogiczne do COF używane często przez badaczy amerykańskich)*

**Pod pojęciem posturografi określa się cały zespół metod badawczych pozwalających ocenić jakość kontroli postawy – sprawność mechanizmów oceniających postawę ciała**



**W posturografi (stacyjnej) ocenę równowagi przeprowadza się najczęściej na podstawie analizy wychwian (drobnych mimowolnych ruchów środka ciężkości ciała OSC) – *postural sway***

**Wychwiania OSC mogą być rejestrowane za pomocą systemu wideokomputerowego lub specjalnej platformy rejestrującej siły i momenty nacisku stóp na podłożu.**

*Alternatywą wideokomputerowych metod rejestracji wychwiał OSC jest posturografia z wykorzystaniem platform mierzących siły reakcji podłoża*



Do pomiarów wykorzystywana jest platforma wyposażona w czujniki tensometryczne lub piezoelektryczne mierzące siły nacisku oraz momenty sił

Na podstawie tych parametrów komputer wylicza położenie środka nacisku stóp (center of foot pressure – COP) który w warunkach statycznych jest rzutem ogólnego środka ciężkości ciała na płaszczyznę podparcia

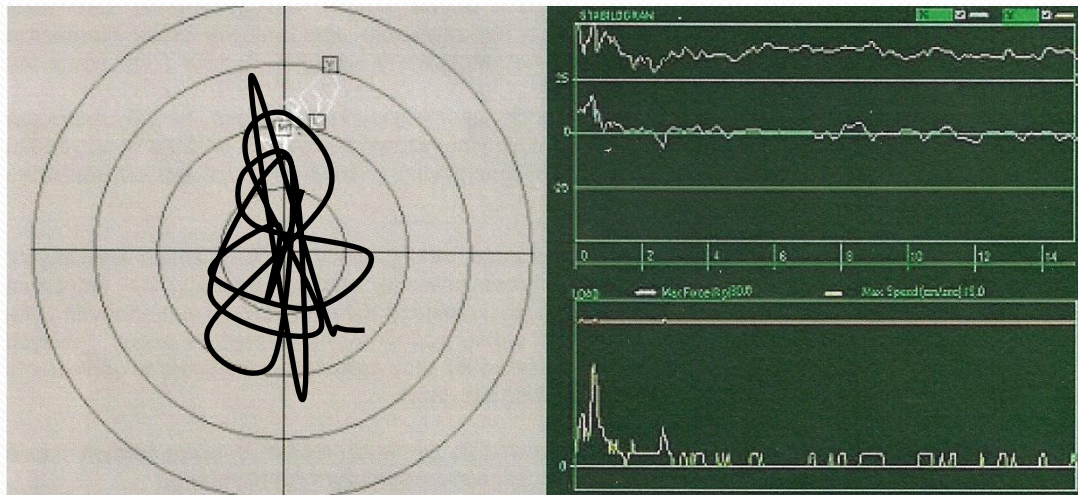
*Dla biomechanika ciało to złożony, wielosegmentowy łańcuch kinematyczny. W warunkach statycznych czyli w czasie stania w bezruchu ciało przypomina bryłę sztywną a ściślej mówiąc odwrócone wahadło*

**Kontrola utrzymania środka ciężkości ciała blisko środka centrum czworoboku podparcia przypomina mechanizm nadążny czyli serwomechanizm**

*Niewielkie niekontrolowane wychylenia COP mogą być spowodowane:  
ruchami oddechowymi;  
biciem serca;  
toniczną aktywnością zmęczeniem mięśni posturalnych-  
długotrwałym przebywaniem w pozycji stojącej -*



*Ruchy środka ciężkości ciała oraz skolerowane z nimi przemieszczenia środka nacisku stóp mają charakter chaotyczny – przypominają „błądzenie”*



*Ich przebieg wykazuje olbrzymią zmienność osobniczą a nawet u tej samej osoby uzyskany wynik badania jest różny*

Najczęściej interesuje nas związek pomiędzy parametrami wychwiał a stabilnością postawy

Postawę stojącą osoby o zmniejszonej stabilności cechuje znacznie większy zakres wychwiał COG i COP

*Metodyka badania – platforma stabilometryczna*

*1. Badanie z oczami otwartymi*

*2. Badanie z oczami zamkniętymi*

**3. Badanie z oczami otwartymi na niestabilnym podłożu**

**4. Badanie z oczami zamkniętymi na niestabilnym podłożu**

**5. Badanie limitów stabilności z oczami otwartymi i zamkniętymi**

*Wychwiania COP w płaszczyźnie strzałkowej oznaczane –  
AP (anterior – posterior)*

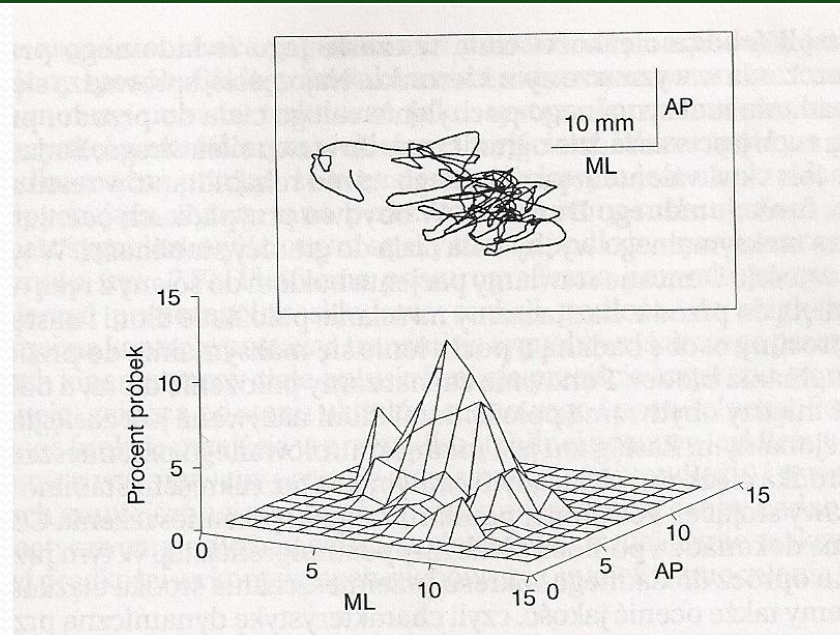
*Wychwiania COP w płaszczyźnie czołowej oznaczane –  
ML (medial –lateral)*

**Długość drogi (path length) – zależy od czasu rejestracji i szybkości ruchu**

*Można obliczyć **wskaźnik Romberga** – stosunek długości ścieżki przy oczach zamkniętych do długości ścieżki przy oczach otwartych*

**Zakres wychwiał (sway range) – różnice pomiędzy skrajnymi odchyleniami środka ciężkości wzdłuż osi x lub y**

## Analiza rozkładu przestrzennego punktów posturogramu oraz wartość szczytowa takiego rozkładu



*prawidłowy rozkład przestrzenny – histogram zmian położenia COP w czasie spokojnego stania z oczami zamkniętymi*

**Wyznacznikiem prawidłowej kontroli jest zazwyczaj histogram o skupionym rozkładzie i ostrym maksimum**

*Jeśli kolejne skrajne punkty posturogramu połączymy ze sobą liniami otrzymamy wielobok o nieregularnym kształcie – obliczana przez komputer powierzchnia takiej figury zależy od zakresu wychwiał we wszystkich kierunkach i jest kolejnym parametrem charakterystycznym posturogramu*

*Często aby usprawnić analizę wpisuje się punkty wychwiał w elipsę bądź okrąg*



**Analizowane są również wymiary geometryczne tych figur tzn.:  
średnica, promień , nachylenie osi elipsy**

*Oprócz wskaźników statycznych do oceny jakości kontroli posturalnej można wykorzystać pewne miary dynamiczne*

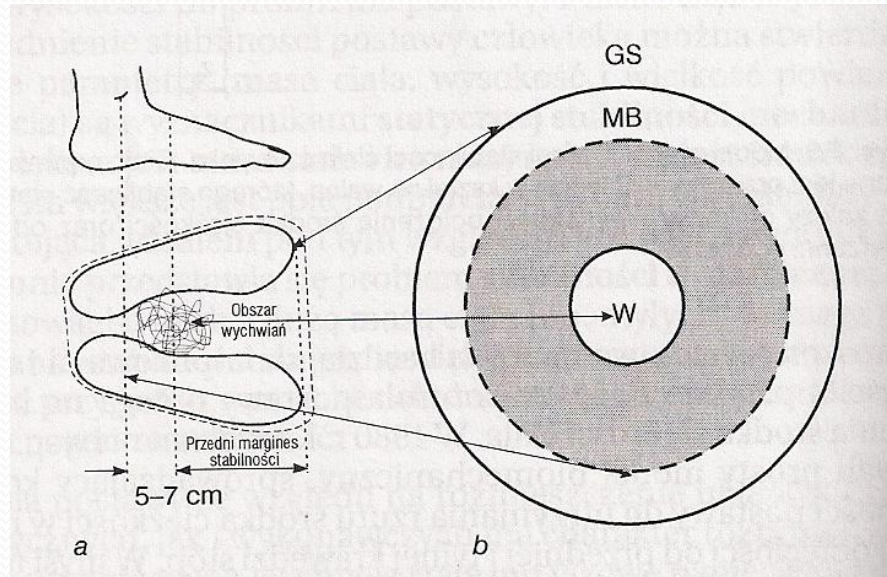
*Ocena kontroli środka ciężkości ciała w czasie jego świadomego przemieszczania w wyznaczonym kierunku – limity stabilności*

**W badaniu takim oceniamy zakres maksymalnego wychylenia ciała do granicy stabilności**



## Ocena rzeczywistych granic stabilności

Błaszczyk, Koozekanani



Heurystyczny model stabilności człowieka – mechaniczna granica stabilności wyznaczona obwiednią stóp oddzielona jest od rzeczywistej granicy stabilności (GS) tzw. marginesem bezpieczeństwa (MB). Szerokość tego marginesu zmienia się wraz z wiekiem oraz zależy od wydolności układu równowagi.

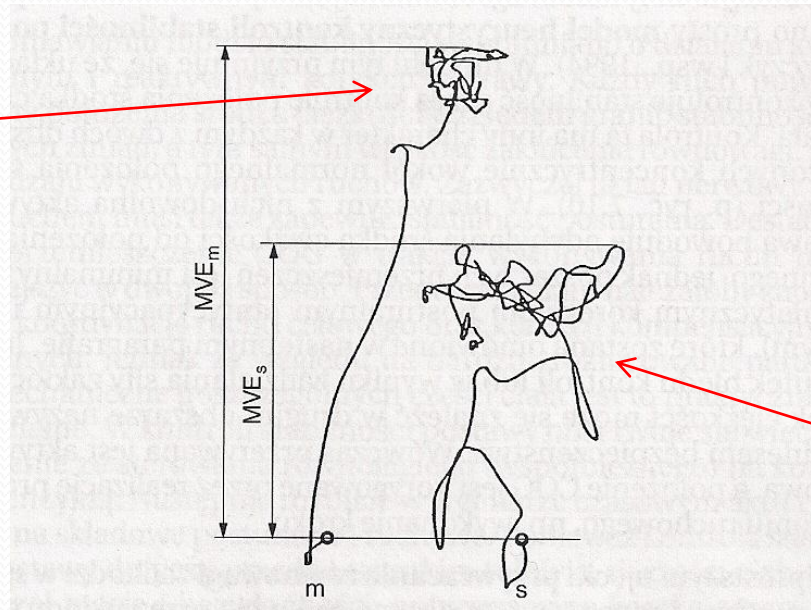
J.W.Błaszczyk. Biomechanika kliniczna



## Ocena rzeczywistych granic stabilności

Błaszczyk, Koozekanani

Osoba – 22 lata

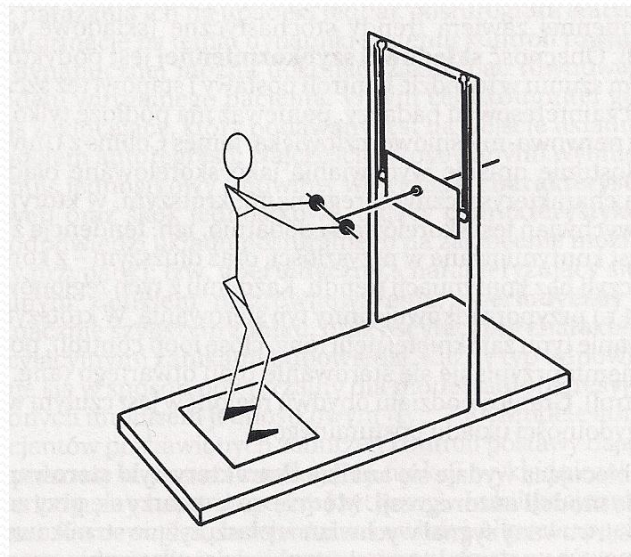


Osoba – 76 lat

*Pomiar granicy stabilności postawy człowieka metodą maksymalnego wychylenia do przodu  
J.W.Błaszczyk. Biomechanika kliniczna*

## *Stabilność postawy na podstawie posturografi dynamicznej*

**Ruchy poszczególnych części ciała szczególnie te wymagające dużej siły i o dużej amplitudzie powodują większe odchylenie COG lub COP. W czasie wykonywania takich ruchów stabilność postawy jest ciągle zakłócana co wymusza większe zaangażowanie układu nerwowego i mięśniowego w celu stałego korygowania położenia OSC tak aby zapewnić maksymalną stabilność w trakcie ruchu**



*Posturografia dynamiczna  
J.W. Błaszczyk. Biomechanika kliniczna*

## Piśmiennictwo:

1. Błaszczak J. W. Biomechanika Kliniczna. AWF Katowice, 2010.
2. Tejszerska D. Świtoński E. Gzik M. Biomechanika narządu ruchu człowieka. Politechnika Śląska Gliwice, Wydawnictwo Naukowe Instytutu Technologii i Eksploatacji – PIB. 2011.
3. Oatis C. A. Kinesiology. The mechanics & pathomechanics of human movement. Lippincott Williams & Wilkins, 2009.
4. Nowotny J., Saulicz E. Niektóre zaburzenia statyki ciała i ich korekcja. AWF Katowice 1993.
5. Nowotny J. Podstawy fizjoterapii. Wyd. Kasper 2004.
6. Winter D.A. Human balance and posture control during standing and walking. Gait & Posture 1995; 3: 193 – 214.