Ocena równowagi statycznej i dynamicznej kobiet młodszych, starszych i z dysfunkcją narządu wzroku

Evaluation of static and dynamic postural stability in young, elderly and with vision loss women

Ida Wiszomirska, Katarzyna Kaczmarczyk, Agnieszka Zdrodowska,
 Michalina Błażkiewicz, Lidia Ilnicka, Tomasz Marciniak

Wydział Rehabilitacji, Akademia Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego
 w Warszawie

Streszczenie

Wstęp: Zaburzenia równowagi ciała są jednym z wielu czynników negatywnie wpływającym na codzienną aktywność, co skutkuje pogorszeniem jakości życia człowieka. Celem pracy była ocena różnic wyników stabilometrycznych w dynamice i statyce u kobiet młodszych, starszych i z dysfunkcją narządu wzroku.

Materiał i metody: Materiał badany obejmował 67 kobiet podzielonych na 3 grupy: 26 kobiet młodszych ($20,2 \pm 1,75$) i 26 starszych ($68,7 \pm 7,55$) oraz 15 osób z dysfunkcją narządu wzroku ($19,2 \pm 1,78$). Wykonano badania stabilometryczne na dwóch platformach: Accusway i Balans System SD.

Wyniki: Wyniki różniące się istotnie statystycznie odnotowano pomiędzy grupą osób młodszych a starszych w wynikach parametrów z platformy Accusway badanych z kontrolą wzrokową tylko w polu powierzchni stabilogramu oraz w maksymalnych wychyleniach na boki. W powyższych grupach na platformie BBS obserwuje się znamienne różnice we wszystkich ocenianych próbach. Największe różnice obserwuje się na poziomie $p < 0,0001$ w protokołach z niestabilnym podłożem. Najlepsze wyniki długości COP w warunkach oczu zamkniętych w statyce osiągnęły osoby z dysfunkcją narządu wzroku ($37,01 \pm 6,73$), najgorsze kobiety po 60 r. ż. ($49,59 \pm 21,04$). Natomiast badania na niestabilnym podłożu bez kontroli wzrokowej osoby starsze nie wykonały, a kobiety z dysfunkcją narządu wzroku osiągnęły istotnie gorsze rezultaty od grupy osób normalnie widzących.

Wnioski: Większe zaangażowanie systemu kontroli równowagi obserwuje się w badaniach dynamicznych, które wydają się być bardziej odpowiednie i mogą wcześniej wykrywać zaburzenia niż badania w statyce. Szczególnie przydatne wydają się protokoły badań ze zmiennym ustawieniem niestabilności platformy lub dodatkowo bez kontroli wzrokowej, które najbardziej różnicują badanych.

Słowa kluczowe:

stabilność posturalna, Biodex Balance System SD, Platforma Accusway, kobiety z dysfunkcją narządu wzroku, kobiety starsze

Abstract

Introduction: Balance difficulties are one of the factors that have a negative impact on the daily activity of elderly people, which in turn lowers their quality of life. Aim: evaluation of the differences in static and dynamic postural stability in young, elderly and with vision loss women.

Material and methods: Eighty-three female volunteers were divided into three groups: 26 young women ($20,2 \pm 1,75$), 26 elderly ($68,7 \pm 7,55$) and 15 pupils with vision loss ($19,2 \pm 1,78$). The following parameters were analysed from Accusway and BBS platforms.

Results: A comparison of results with visual inspection between a group of young and elderly women showed statistically significant differences in terms of stabilogram ellipse area and maximal postural sway in ML direction. These two groups differ significantly in all parameters from BBS platform. The greatest differences are observed on a dynamic ground ($p < 0,001$). Women with visual loss achieved the best results of path COP with eyes closed ($37,01 \pm 6,73$), the worst results were observed in a group of elderly women ($49,59 \pm 21,04$). They also did not perform any tasks on a dynamic ground without visual inspection. Women with visual loss achieved significantly worse results than young group.

Conclusions: Greater balance control system involvement is observed in dynamic tests, which seem to be more appropriate and can detect disturbances earlier than static tests. Tests with changeable stability of the platform and without visual inspection that differentiate the groups seem to be particularly useful.

Keywords: postural stability, Biodex Balance System SD, Platform Accusway, women with vision loss, elderly women

Wstęp

W organizmie człowieka występuje ciągła fizjologiczna regulacja postawy pionowej zapewniająca jej stabilność, która jest specyficzną czynnością ruchową. Złożona i różnorodna etiologia zaburzeń równowagi sprawia, że stanowią one trudny problem diagnostyczny i leczniczy. Niestabilność posturalna może być spowodowana upośledzeniem każdego z elementów kontroli równowagi [1,2] i niestety, kontrola ta zmniejsza się wraz z wiekiem [3]. Mechanizmy kontrolne i sterujące, odpowiedzialne za utrzymanie równowagi ciała, u osób starszych i u osób z dysfunkcją narząd wzroku nie działają prawidłowo, czego negatywnym skutkiem są ograniczenia funkcjonalne przejawiające się między innymi niestabilnością posturalną. Należy pamiętać iż identyczne objawy mogą pojawić się na skutek uszkodzeń receptorów jak również wadliwego przepływu informacji z prawidłowo działających receptorów do ośrodkowego układu nerwowego, z powodu złej interpretacji tych informacji lub wadliwego przesyłania informacji na obwód. U osób starszych dochodzi też do spowolnienia reakcji ruchowych, wydłużenia czasu reakcji na bodźce zakłócające równowagę, a tym samym do poszerzenia marginesu bezpieczeństwa [4]. Według Nitz i wsp. [5] spadek stabilności posturalnej przednio tylnej widoczny jest już u kobiet po 40 r. ż. i dalej postępuje z wiekiem.

U osób niewidomych występuje zjawisko kompensacji sprawiające złagodzenie skutków niepełnosprawności. Badania jednak wykazały, że zmysły te, same w sobie nie są u osób niewidomych lepiej rozwinięte a jedynie efektywniej wykorzystywane [6]. Brak wzrokowej kontroli ruchu podczas rozwoju umiejętności motorycznych powoduje niewłaściwe tworzenie koordynacji ruchowej [7] a tym samym gorszą stabilność tych osób. Zaburzenia stabilności u osób z dysfunkcją narządu wzroku mogą być wynikiem życia w stanie ograni-

czonej aktywności ruchowej i deprivacji sensorycznej [8]. Zjawisko równowagi na niestabilnym podłożu ma szczególne znaczenie ze względu na zagrożenie upadkiem podczas codziennych czynności oraz ze względu na oczekiwaną efektywność zawodową osób działających w warunkach zakłócenia równowagi. Powszechnie wykorzystywanym badaniem stabilności posturalnej jest stabilometria [9,10], wykorzystująca platformy do rejestracji przemieszczeń COP (center of pressure), wśród których dominują badania na stabilnym podłożu. Natomiast same statyczne testy nie oddają złożoności problemu mechanizmu utrzymania równowagi, gdyż najistotniejsza jest stabilność, którą definiujemy jako odporność na zakłócenia pochodzące zarówno z organizmu jak i te wywołane zmiennością środowiska oraz interakcją organizmu z otoczeniem [2,11]. Testy na platformie z niestabilnym podłożem stanowią ważne ogniwo uzupełnienia oceny równowagi i pozwalają szczególnie poznawać tak trudną i bardzo złożoną właściwość. Celem badań omawianych w niniejszej pracy była ocena stabilności posturalnej kobiet młodszych, starszych oraz kobiet z dysfunkcją narządu wzroku na stabilnym i niestabilnym podłożu.

Materiał i metody

Materiał badany obejmował 67 kobiet podzielonych na 3 grupy (tab. 1): 26 młodszych kobiet ($20,2 \pm 1,75$) studentek pierwszego roku fizjoterapii AWF w Warszawie (grupa 1), 26 słuchaczek ($68,7 \pm 7,55$) Uniwersytetu Trzeciego Wieku AWF w Warszawie (grupa 2) i 15 osób z dysfunkcją narządu wzroku ($19,2 \pm 1,78$) uczennic Specjalnego Ośrodka Szkolno-Wychowawczego dla Dzieci Niewidomych w Laskach (grupa 3). Wszystkie kobiety zostały poddane badaniom lekarskim wykluczającym choroby bądź uszkodzenia mające wpływ na zachowanie równowagi. Kwalifikacja osób do badań została do-

konana przez lekarza medycyny i obejmowała: wywiad, badanie kliniczne, ocenę uszkodzenia wzroku, badanie EKG oraz ocenę stanu nerwów czaszkowych, ewentualnych objawów oponowych, przeprowadzenie prób mózdkowych (próbę palec nos, diadochokinezę, próbę zbaczania oraz wyników testów statyczno-dynamicznych oceniających sprawność postawy i chodu (próba Romberga, próba Unterbergera, próba Babińskiego Weilla, test Fukady, próbę marszu po prostej). Grupa kobiet niewidomych została dobrana na podstawie następujących kryteriów: uszkodzenie wzroku nastąpiło w pierwszych miesiącach życia, brak chorób towarzyszących. Średnia grup wskaźnika wagowo-wzrostowego (BMI) wykazała normę w przypadku grupy 1 i 3, natomiast w grupie 2 średnia arytmetyczna tej zmiennej wskazywała na nieznaczną nadwagę badanych osób ($26,84 \pm 4,6$) według norm przyjętych przez WHO [12].

Grupa osób młodszych została dobrana pod względem wysokości ciała, gdyż podstawową zmienną z danych piśmiennictwa [11,13] najbardziej korelującą z wynikami stabilometrycznymi jest ta cecha. Analiza wariancji nie wykazała więc różnic z tą zmienną między grupami. Pod względem pozostałych cech osoby starsze różnią się istotnie od osób z grupy 1 i 3. Natomiast nie zauważa się różnic pomiędzy kobietami młodszymi a osobami z dysfunkcją wzroku.

Metodyka badań obejmowała: wywiad i badanie lekarskie (wykluczenie badanych na podstawie przeciwwskazań), badania antropometryczne (podstawowe charakterystyki budowy ciała tj. wysokość i masę ciała oraz wskaźnik wysokościowo-wagowy BMI), stabilność posturalną. Do scharakteryzowania stabilności posturalnej badanych wykorzystano platformę stabilometryczną AccuSway (AMTI - USA) ze stabilnym podłożem, która rejestruje nacisk stóp na podłoże podczas stania oraz platformę Balance System SD (BBS) firmy Biodex (USA) z podłożem stabilnym i niestabilnym. Badani wykonywali 4 protokoły na platformie AccuSway bez sprzężenia zwrotnego. Stanie obunóż w warunkach oczu otwartych i zamkniętych (30s), próby wychyleń ciała w płaszczyźnie przednio-tylnej (AP) i bocznej (ML). Analizowanymi parametrami na platformie AccuSway były: droga jaką przebywa COP (center of pressure) w trakcie badania, zakres wychYLENIA COP w płaszczyźnie strzałkowej i czołowej, pole powierzchni stabilogramu,

prędkość średnia przemieszczeń punktu COP. Wykonano także pięć protokołów na platformie BBS składających się z 3 prób po 20 sekund każda z 10 sekundową przerwą między próbami. Przeprowadzono następujące testy: Postural Stability Test (PST) przy ustawieniu nieruchomym platformy w warunkach oczu otwartych i zamkniętych, przy 4 poziomach niestabilności platformy z kontrolą wzrokową z biofeedback i przy 8 poziomach niestabilności bez kontroli wzrokowej oraz test Fall Risk Test (FRT), w którym zmienia się niestabilność platformy z poziomu 6 do 2. Biodex Balance System SD zbudowana jest z okrągłej platformy, która może się poruszać. Oprogramowanie umożliwia kontrolowanie stopnia ruchu platformy w 12 poziomach. Urządzenie BBS jest połączone z oprogramowaniem Medical System Biodex, Inc (wersja 1.3.4) umożliwiającym mierzenie kąta pochyleń w każdej osi. Z platformy Biodex do analizy statystycznej wykorzystany został indeks (wskaźnik) stabilności: ogólny (OSI), przednio-tylny (APSI) i boczny (MLSI). Wysoka wartość indeksu świadczy o dużych wychyleniach ciała, co oznacza, że osoba ma problemy z utrzymaniem równowagi.

Zarejestrowane dane zostały poddane analizie statystycznej z wykorzystaniem oprogramowania STATISTICA (v.10). Dla sprawdzenia zgodności rozkładów badanych cech z rozkładem normalnym zastosowano test Shapiro-Wilka. Istotność różnic otrzymanych wyników sprawdzono analizą wariancji ANOVA. W przypadku stwierdzenia istotnych statystycznie różnic wykonano testy powtórzeń wielokrotnych (test *post hoc* typu najmniejszych istotnych różnic NIR). Dla cech odbiegających od rozkładu normalnego zastosowano test nieparametryczny U Manna-Whitneya. ($p < 0,05$).

Wyniki

Wyniki badań w warunkach oczu otwartych w postaci średnich arytmetycznych parametrów z platformy Accusway oraz indeksów stabilności ($\bar{x} \pm SD$) z platformy BBS uzyskanych w grupie kobiet po 60 r. ż. (grupa 2) i kobiet młodszych (grupa 1) przedstawia tabela 2. Osoby niewidome nie wykonywały badań z kontrolą wzrokową z racji swoich ograniczeń.

Tab. 1. Parametry somatyczne badanych kobiet

Tab. 1. Demographics group characteristics

Grupa badana	n	WIEK [lata]	WYSOKOŚĆ CIAŁA [cm]	MASA CIAŁA [kg]	BMI
1	26	$20,0 \pm 1,14$	$163,4 \pm 3,48$	$56,6 \pm 4,48$	$21,2 \pm 1,72$
2	26	$68,0 \pm 7,1^*$	$160,5 \pm 6,67$	$69,2 \pm 12,23^*$	$26,84 \pm 4,6^*$
3	15	$19,2 \pm 1,59$	$159,3 \pm 6,45$	$54,61 \pm 8,74$	$21,3 \pm 3,5$
OGÓŁEM	67	$39,06 \pm 24,2$	$161,4 \pm 5,74$	$61,26 \pm 11,1$	$23,5 \pm 4,2$

Tab. 2. Parametry stabilometryczne w warunkach oczu otwartych w grupie kobiet młodszych i starszych

Tab. 2. Postural stability parameters with eyes open in groups of young and elderly women

Parametr	Grupa 1 (n=26)	Grupa 2 (n=26)
Droga COP (cm)	36,8±5,31	41,20±20,76
Pole COP (cm ²)	1,65±0,81**	2,45±1,18**
Prędkość COP	1,23±0,18	1,36±0,69
Wychylenia A-P	10,23±2,61	9,05±2,18
Wychylenia M-L	7,51±2,33*	6,28±1,36*
OSI EO static	0,31±0,12***	0,49±0,18***
APSI static	0,23±0,15*	0,39±0,17*
MLSI static	0,16±0,08*	0,20±0,09*
OSI dynamic 4	1,16±0,24****	2,09±0,65****
APSI dynamic 4	0,82±0,23****	1,58±0,58****
MLSI dynamic 4	0,62±0,16****	1,05±0,31****
FRT	1,03±0,29****	2,10±0,82****

Parametry 1-5 badania na platformie Accusway, parametry 6-12 badania na platformie BBS.

* 0,05, ** 0,01, *** 0,001, **** 0,0001, ***** 0,00001, post hoc test NIR

Wyniki parametrów z platformy Accusway przedstawiają się następująco. Różnice istotne statystycznie zauważa się tylko w polu powierzchni stabilogramu oraz w maksymalnych wychyleniach na boki. Pozostałe parametry choć z widocznymi słabszymi wynikami średnich u osób po 60 r.ż. nie różnią się znacząco. W trzech ocenianych protokołach na platformie BBS wyniki wszystkich wskaźników stabilności różnią się istotnie statystycznie między grupami 1 i 2. Obserwuje się większe różnice na poziomie $p < 0,0001$ w protokołach z niestabilnym podłożem (4 i FRT). Największe różnice w średnich arytmetycznych zauważa się w protokole ryzyka upadków (FRT) ze zmiennym poziomem ustawień platformy 6-2.

Parametry stabilometryczne w warunkach oczu zamkniętych w badanych grupach nie wskazują jednoznacznych rezultatów (tab. 3). Zauważa się różnice istotne statystycznie w drodze COP. Najlepsze wyniki (37,01±6,73) osiągnęły osoby z dysfunkcją narządu wzroku, najslabsze osoby po 60 r.ż. (49,59±21,04).

Znamienne różnice w prędkości COP występują pomiędzy osobami z grupy 3 a 2, natomiast nie zauważa się ich porównując kobiety z grupy 1 z pozostałymi grupami. Nie występują też różnice w polu powierzchni stabilogramu pomiędzy grupami.

Wyniki wskaźników stabilności ocenianych w protokołach na platformie BBS w statyce (ryc.1) różnią się tylko pomiędzy osobami po 60 r.ż. a kobietami młodszymi w ogólnym (1,91±0,73/2,59±1,22) i przednio-tylnym (1,35±0,82/1,97±1,21) indeksie stabilności.

Tab. 3. Parametry stabilometryczne (platforma Accusway) w warunkach oczu zamkniętych w grupie kobiet młodszych (grupa 1), starszych (grupa 2), z dysfunkcją narządu wzroku (grupa 3)

Tab. 3. Postural stability parameters with eyes closed in groups of young, elderly and with visual loss women

Parametry	Grupa 1 (n=26)	Grupa 2 (n=26)	Grupa 3 (n=15)
Droga COP (cm)	42,21±9,52	49,59±21,04*	37,01±6,73*
Pole COP (cm ²)	2,00±0,87	2,59±1,49	2,17±1,25
Prędkość COP	1,41±0,32	1,65±0,7*	1,23±0,22*

* 0,05, ** 0,01, *** 0,001, post hoc test NIR

Ryc. 1. Wskaźniki stabilności w statyce na platformie BBS u badanych kobiet w warunkach oczu zamkniętych **Ryc. 2.** Wskaźniki stabilności na niestabilnej platformie BBS (poziom 8) kobiet młodszych (grupa 1) w warunkach oczu zamkniętych i kobiet dysfunkcją narządu wzroku (grupa 3)

Fig. 2. Stability index in dynamic (level 8) on the BBS platform in young women (group 1) with eyes closed and with vision loss women (group 3)

Testów w warunkach niestabilności platformy na poziomie 8, osoby po 60 r.ż. nie wykonały. Było to zbyt trudne zadanie dla tych osób. Między grupą osób młodszych normalnie widzących (2,59±0,47) a grupą kobiet z dysfunkcją narządu wzroku (3,28±0,59) zauważono różnice na poziomie $p < 0,001$ w ogólnym wskaźniku stabilności (ryc.2). Indeks AP wykazuje także istotnie lep-

sze wyniki w grupie 1 ($1,87 \pm 0,43$) w porównaniu z grupą 3 ($2,57 \pm 0,68$). Nie obserwowano różnic pomiędzy tymi grupami w wynikach wskaźnika stabilności ML.

Dyskusja

W wielu pracach udowodniono, że kontrola stabilności posturalnej zmniejsza się z wiekiem [3,14,15,16]. Wskutek inwolucji między innymi zmniejsza się masa i siła mięśniowa, co związane jest ze zmianami w układzie nerwowym i w samych mięśniach oraz obniżeniem aktywności fizycznej osób starszych [11,17,18]. Wielu naukowców zajmuje się zaburzeniem stabilności posturalnej u osób starszych, ponieważ są one dobrym prognostykiem upadków [3,19,20], natomiast prewencja ich wpływa na ograniczenie kosztów opieki zdrowotnej [21,22].

W badaniach własnych grupa osób po 60 r. ż. uzyskała oczekiwane słabsze rezultaty od grupy kobiet młodszych i z dysfunkcją wzroku. Jednak w badaniach w statyce na platformie Accusway (AMTI) nie zauważa się jednoznacznych wyników. Badana grupa osób po 60 r. ż. ma słabsze wyniki ale nie zawsze różnią się one statystycznie. Grupa ta to osoby uczestniczące w zajęciach UTW, stanowiące grupę osób świadomych, że regularna aktywność fizyczna przynosi korzyści zdrowotne, a poprawa sprawności fizycznej sprzyja samodzielności. Osoby te uczestniczą w różnych zajęciach ruchowych od około czterech lat. Prawdopodobnie dlatego rezultaty w statyce w próbach bez sprzężenia zwrotnego nie różnią się, a warunki stabilnej platformy nie wymuszają od badanych dużej sprawności. W testach na platformie BBS można zaobserwować istotne różnice we wskaźniku stabilności prawie we wszystkich badaniach. Największe różnice występują na podłożu niestabilnym oraz w protokole oceny ryzyka upadków. Wyniki te są zgodne z danymi Weirich i wsp. [15], którzy oceniali stabilność kobiet w trzech grupach wiekowych. Autorzy zauważyli, że z wiekiem spada stabilność posturalna, różnice są większe gdy równowagę oceniano dynamicznie a nie statycznie. Strategie utrzymywania równowagi są zależnie od warunków trudności badania. Potwierdza to też Turbanski i Schmidtleicher [23], uważają oni, że większe zaangażowanie systemu kontroli równowagi jest w badaniach dynamicznych, które wydają się być bardziej odpowiednie i mogą wcześniej wykrywać zaburzenia, niż badania w statyce. Davlin-Pater [24] wykonując badania na platformie BBS u osób zdrowych podzielonych na dwie grupy z lepszą i gorszą kontrolą równowagi nie zaobserwował istotnych statystycznie zmian w badaniach w statyce, natomiast zauważył istotne różnice w warunkach dynamicznych pomiędzy grupami. Zasadne wydaje się przeprowadzanie badań stabilności na platformach z niestabilnym podłożem, jak

pokazują to wyniki badań własnych w indeksach stabilności z platformy BBS, szczególnie rezultaty testu do oceny ryzyka upadków.

Osobnego omówienia wymagają wyniki stabilności posturalnej bez kontroli wzrokowej. Główną rolę w utrzymywaniu równowagi postawy stojącej pełni informacja somatosensoryczna, wspomagana przez układy wzrokowy i przedsionkowy [25,26]. Aktywność poszczególnych układów sensorycznych zaangażowanych w utrzymanie równowagi wykazuje znaczną nadmiarowość. Układy te mogą się wzajemnie uzupełniać, dzięki temu ubytki w ich funkcji mogą być łatwo skompensowane. Zapewnia to skuteczne dostosowanie kontroli postawy ciała w przypadku uszkodzenia jednego z nich. U osób niewidomych występuje zjawisko kompensacji sprawiające złagodzenie skutków niepełnosprawności [6]. Dominuje pogląd, że brak wzrokowej kontroli ruchu podczas rozwoju umiejętności motorycznych powoduje niewłaściwe tworzenie koordynacji ruchowej [7], a tym samym gorszą stabilność tych osób. Zaburzenia stabilności u osób z dysfunkcją narządu wzroku mogą być wynikiem życia w stanie ograniczonej aktywności ruchowej i deprywacji sensorycznej [8]. Analizując badania niniejszej pracy, najlepsze wyniki długości COP w warunkach oczu zamkniętych w statyce (platforma Accusway) osiągnęły osoby z dysfunkcją narządu wzroku ($37,01 \pm 6,73$), najsłabsze kobiety po 60 r. ż. ($49,59 \pm 21,04$). Badanie na platformie BBS przy niestabilnym podłożu (poziom 8) bez kontroli wzrokowej było zbyt trudne dla osób starszych (nie wykonały testu), a kobiety z dysfunkcją narządu wzroku osiągnęły istotnie gorsze rezultaty od grupy młodszej. Można więc uznać, że osoby z dysfunkcją narządu wzroku osiągają podobne wyniki w statyce a znacznie gorsze w dynamice od rówieśników widzących, ale lepsze w statyce i dynamice od osób starszych. Jedyny parametr, który u osób z dysfunkcją narządu wzroku nie różnił się istotnie od kobiet widzących to oceniany w wskaźnik stabilności ML w warunkach dynamicznych. Być może związane jest to z niskimi wartościami i małą powtarzalnością tego indeksu. Aydog i wsp. [27] badali powtarzalność pomiarów na platformie BBS, oceniając trzy dynamiczne wskaźniki stabilności: OSI, APSI i MLSI. Według autorów indeks APSI jest bardziej powtarzalny od pozostałych wskaźników. APSI i OSI są indeksami rzetelnymi. MLSI jest najmniej wiarygodnym wskaźnikiem.

Podobne wyniki do badań własnych osób niewidomych i widzących (w badaniach bez kontroli wzrokowej) uzyskał Melzer i wsp. [28], kiedy oceniali stabilność w statyce bez dodatkowych zadań słuchowo-pamięciowych. Natomiast, gdy dodatkowo badani wykonywali zadania słuchowo-pamięciowe u osób normalnie widzących parametry stabilności spadły, odmiennie do osób niewidomych. Może to sugerować, że osoby z dysfunk-

cją narządu wzroku i ludzie normalnie widzący używają różnych strategii utrzymywania stabilności. Odmienne rezultaty uzyskał Giagazoglou [29]. Z jego badań wynika, że zdolność do kontrolowania równowagi zarówno w kierunku AP i ML była znacząco gorsza u osób niewidomych niż kobiet normalnie widzących. Kiedy kobiety normalnie widzące wykonywały testy z zawiązanymi oczami, ich wychylenia COP istotnie wzrosły w obu kierunkach, jednak osoby niewidome osiągały dalej znacznie gorsze wyniki. Wyniki badań Blomqvist i Rehn [30] testu DOLS (Dynamic One Leg Stance) wskazują, że niewidomi nie są w stanie zrekomensować utraty wzroku informacjami z pozawzrokowych zmysłów w badaniach równowagi podczas dynamicznych zadań ruchowych na kończynach prawej i lewej. Aydog i wsp. [31] nie stwierdzili różnic między wynikami osób niewidomych trenujących goal-ball i widzących we wszystkich trzech indeksach (SI) z platformy BBS, ale stabilność posturalna zawodników była lepsza niż osób niewidzących z małą aktywnością fizyczną. Adaptacja do zwiększania tolerancji ustroju na zakłócenia równowagi zachodzi poprzez określony trening w tym przypadku goal-ball. Uszkodzenie wzroku nie musi więc należeć do czynników różnicujących predyspozycje do tolerowania zakłóceń równowagi ciała. Potwierdzają to badania Marini i wsp. [32], ponieważ u osób niewidomych trenujących odmianę włoskiej koszykówki zauważa się lepszą kontrolę stabilności posturalnej niż u osób nie trenujących ocenianych testami funkcjonalnymi (Fukuda i Tinetti). Wyobrażeniom i orientacji ciągle towarzyszą informacje z receptorów wizualnych, przedsionkowych i priopriocceptywnych. Ludzie różnią się pod względem dostrzegania i wykorzystywania informacji z tych systemów. Są osoby, u których większą rolę odgrywają informacje wzrokowe ze środowiska niż z układu priopriocceptywnego czy przedsionkowego. Sieri i Beretta [33] przeprowadzili badania równowagi starszych osób mieszkających w domach spokojnej starości. Osoby podzielono na te, które upadały i te, które nie miały wcześniej takiego incydentu. Oceniano dynamiczną stabilność posturalną przy użyciu platformy BBS. Nie stwierdzono różnic we wskaźnikach stabilności pomiędzy grupami. Można się było spodziewać, że panie, które przeszły podobny incydent, będą osiągały większe wychwiania posturalne a ryzyko upadku będzie większe, jak to zaobserwował Lord i wsp. [34]. Na podstawie przeprowadzonych badań i przeglądu piśmiennictwa można wnioskować, że ocena równowagi ciała jest skomplikowana głównie z powodu kontroli postawy przez wiele mechanizmów [11]. Jednak podsumowując należy stwierdzić, że większe zaangażowanie systemu kontroli równowagi obserwuje się w badaniach dynamicznych, które wydają się być bardziej odpowiednie i mogą wcześniej wykrywać zaburzenia niż badania w statyce. Szczególnie przydatne wydają się

protokoły badań ze zmiennym ustawieniem niestabilności platformy. Próby te najbardziej różnicują badanych.

Wnioski

Wyższe wskaźniki i różnice pomiędzy badanymi grupami kobiet zaobserwowano w badaniach dynamicznych i w warunkach bez kontroli wzroku. Dynamiczne badania stabilności posturalnej są więc bardziej czułe.

Należy kontynuować badania stabilności posturalnej w celu poznania skomplikowanych strategii utrzymania równowagi, które zależą od warunków badania.

Piśmiennictwo

1. Horak FB. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age Ageing* 2006; 35, Suppl 2.
2. Błaszczyk JW, Cieślinska-Swider J, Plewa M, Zahorska-Markiewicz B, Markiewicz A Effects of excessive body weight on postural control. *Journal of Biomechanics* 2009; 42(9):1295-300.
3. Błaszczyk JW, Michalski A. Ageing and postural stability. *Studies in Physical Culture and Tourism* 2006;13:11-4.
4. Błaszczyk JW, Czerwosz L. Stabilność posturalna w procesie starzenia. *Gerontologia Polska* 2005;13(1):25-36.
5. Nitz J, Low Choy N, Isles R. Medial-lateral postural stability in community-dwelling women over 40 years of age. *Clinical Rehabilitation* 2003;17(7):765.
6. Sipko T, Skolimowski T. Wpływ chwilowej i trwałej utraty kontroli wzrokowej położenia ciała w przestrzeni na proces regulacji równowagi ciała w pozycji stojącej. *Fizjoterapia* 1997;5(2): 40-3.
7. Gawlik K, Zwierzchowska A. Wychowanie fizyczne niewidomych i słabowidzących (Physical education for the blind and visually impaired), University of Physical Education in Katowice 2004.
8. Gayle GW, Pohlman RL. Comparative study of the dynamic, static, and rotary balance of deaf and hearing children. *Perceptual And Motor Skills* 1990;70(3):883-8.
9. Held-Ziółkowska M. Równowaga statyczna i dynamiczna. *Magazyn Otolaryngologiczny* 2006; 52(18): 39-46.
10. Mraz, M, Curzytek M, Skrzek A, Zubińska B. Postural stability in patients with nervous system impairment. *Acta Bio-Opt Inform Med* 2008; 14(2): 111-4.
11. Błaszczyk JW. Sway ratio – a new measure for quantifying postural stability. *Acta Neurobiol Exp* 2008; 68:51-7.
12. WHO expert consultation. Appropriate body-mass index for Asian populations and its implications for policy and intervention strategies. *The Lancet* 2002; 157-63.
13. Wychowański M. Wybrane metody oceny dynamiki układu ruchu człowieka. AWF Warszawa 2008.
14. Nagy E, Feher-Kiss A, Barnai M, Domjan-Preszner A, Angyan L, Horvath G. Postural control in elderly subjects participating in balance training. *Eur J Appl Physiol* 2007;100(1):97-104.
15. Weirich G, Bemben D, Bemben M. Predictors of balance in young, middle-aged, and late middle-aged women. *Journal Of Geriatric Physical Therapy* 2010;33(3):110-7.

16. Choy NL, Brauer S, Nitz J. Changes in postural stability in women aged 20 to 80 years. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2003;58:525–30.
17. Thomas D. Loss of skeletal muscle mass in aging: examining the relationship of starvation, sarcopenia and cachexia. *Clinical Nutrition* (Edinburgh, Scotland) 2007; 26(4): 389-99.
18. Horak FB. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age Ageing* 2006; 35, Suppl 2: ii7–ii11.
19. Kim B, Robinson C. Postural control and detection of slip/fall initiation in the elderly population. *Ergonomics* 2005;48(9):1065-85.
20. Sherrington C, Lord SR, Finch C. Physical activity interventions to prevent falls among older people: update of the evidence. *Journal Of Science And Medicine In Sport / Sports Medicine Australia* 2004;7(1):43-51.
21. Melzer I, Benjuya N, Kaplański J. Effect of physical training on postural control of elderly. *Harefuah* 2005; 144(12):839-44.
22. Kaeding TS. Sarcopenia and whole body vibration training. *Gerontol Geriatr* 2009; 42 (2): 88-92.
23. Turbanski S, Schmidtbleicher D. [Postural control depends on testing situation]. *Sportverletzung Sportschaden: Organ Der Gesellschaft Für Orthopädisch-Traumatologische Sportmedizin* 2010;24(3):123-8.
24. Davlin-Pater C. The Effects of Visual Information and Perceptual Style on Static and Dynamic Balance. *Motor Control* 2010;14(3):362-70.
25. Błaszczyk JW, Lowe DL, Hansens PD. Postural sway and perception of the upright stance stability borders. *Perception* 1993; 22:1333-41.
26. Nashner LM. Computerized dynamic posturography. W: Jacobson G.P., Newman C.W., Kartush J.M. (red.) *Handbook of balance function testing*. Mosby Year Book 1993;280-305.
27. Aydog S, Aydog E, Çakci A, Doral M. Reproducibility of postural stability scores in blind athletes. *Isokinetics & Exercise Science* 2004;12(4): 229-32.
28. Melzer I, Damry E, Landau A, Yagev R. The influence of an auditory–memory attention-demanding task on postural control in blind persons. *Clinical Biomechanics* 2011; 26(4):358-62.
29. Giagazoglou P, Amiridis IG, Zafeiridis A, Thimara M, Kouvelioti V, Kellis E. Static balance control and lower limb strength in blind and sighted women. *European Journal Of Applied Physiology* 2009;107(5):571-9.
30. Blomqvist S, Rehn B. Validity and reliability of the Dynamic One Leg Stance (DOLS) in people with vision loss. *Advances In Physiotherapy* 2007;9(3):129-35.
31. Aydog EE, Aydog ST, Cakci AA, Doral MN. Dynamic Postural Stability in Blind Athletes Using The Biodex Stability System. *International Journal Of Sports Medicine* 2006; 27 (5):415-8.
32. Marini M, Sarchielli E, Portas M, Ranieri V, Meli A, Piazza M, Monaci M. Can baseball improve balance in blind subjects? *The Journal Of Sports Medicine And Physical Fitness* 2011;51(2):227-32.
33. Sieri T, Beretta G. Fall risk assessment in very old males and females living in nursing homes. *Disability and rehabilitation* 2004; 26(12):718-23.
34. Lord R, Menz B, Tiedemann A. Profil fizjologiczny w ocenie ryzyka i profilaktyce upadków. *Rehabilitacja medyczna* 2003;7(3):35-46.