Ocena równowagi kobiet po 60 roku życia

Assessment of Balance women over 60 years of age

Justyna Wyszynska, Justyna Drzał-Grabiec, Justyna Podgórska-Bednarz,
Teresa Pop, Sławomir Snela

Instytut Fizjoterapii Uniwersytetu Rzeszowskiego

Streszczenie

Wstęp: Prawidłowa równowaga jest funkcją warunkującą właściwie wykonywanie czynności z zakresu dnia codziennego. Związane z wiekiem osłabienie reakcji sensorycznych i ruchowych, może spowodować niestabilność postawy oraz zwiększone ryzyko upadków.

Celem pracy jest określenie różnic w wartościach parametrów charakteryzujących równowagę kobiet po 60 roku życia.

Material i metody: Do badań przystąpiło łącznie 180 kobiet: 98 kobiet w wieku od 60 do 92 lat ($x = 71$ lat) oraz 82 kobiety w wieku od 21 do 26 lat ($x = 22$ lata). Przy użyciu platformy stabilometrycznej, oceniono równowagę pozycji stojącej w próbie z oczami otwartymi oraz zamkniętymi. Oceniono 6 różnych parametrów ruchu środka nacisku stóp (COP).

Wyniki: Analiza statystyczna wykazała istotne różnice w większości badanych parametrów równowagi kobiet po 60 roku życia w porównaniu do kobiet z grupy kontrolnej.

Wnioski: 1) Wraz z wiekiem zachodzą istotne zmiany w procesie utrzymywania równowagi powodujące rosnący deficyt stabilności ciała. 2) Kobiety po 60 roku życia wykazują gorszą stabilność postawy niż kobiety młodsze w zakresie każdego analizowanego parametru z wyjątkiem wychyleń w płaszczyźnie czołowej.

Słowa kluczowe:

równowaga, środek nacisku stóp, wiek podeszły

Abstract

Introduction: Correct balance is necessary ability to proper performance of activities of daily living. Age-related weakening of the sensory and motor reactions, can cause postural instability and increase risk of falls.

Aim of this study is to determine the differences in the values of the parameters describing the postural stability of women over 60 years of age.

Material and methods: 180 women participated in the study: 98 women between the age of 60 and 92 ($x = 71$ years old) and 82 women between the age of 21 and 26 ($x = 21$ years old). Standing balance was assessed in the trial with eyes open and closed, by using stabilometric platform. Six different motion parameters of center of pressure (COP) were evaluated.

Results: Statistical analysis showed significant differences in most parameters of the balance of women over 60 years of age and women in the control group.

Conclusions: 1) With age, there are significant changes in the in the balancing process, causing growing deficit of postural stability. 2) Women over age 60 have a worse postural stability than younger women within each analyzed parameter with the exception of swings in the frontal plane.

Key words:

balance, center of pressure, elderly

Wstęp

Uznaje się, że równowaga posturalna jest zdolnością do utrzymywania rzutu środka ciężkości ciała, wewnątrz powierzchni podparcia wyznaczonej przez obrys stóp [1]. Prawidłowa równowaga jest niezbędną umiejętnością do właściwego wykonywania czynności dnia codziennego, która wymaga kompleksowej integracji informacji sensorycznych dotyczących położenia ciała w stosunku do otoczenia i zdolności do generowania odpowiednich reakcji motorycznych w celu kontroli ruchów ciała [2]. Zakłócenia kontroli stabilnej pozycji ciała mogą wiązać się z procesami rozwojowymi człowieka albo wstecznymi tzw. inwolucyjnymi. Zmiany inwolucyjne, będące naturalnym i fizjologicznym przejawem starości, dotyczą głównie układu mięśniowo-szkieletowego, przez co wpływają na stan funkcjonalny człowieka [3,4]. Wraz z wiekiem obserwuje się również upośledzenie sprawności elementów układu kontroli postawy: ośrodkowego i obwodowego układu nerwowego oraz narządów zmysłów, co przyczynia się do pogorszenia równowagi postawy u osób w podeszłym wieku [5,6]. Związane z wiekiem osłabienie reakcji sensorycznych i ruchowych, może spowodować niestabilność postawy oraz zwiększone ryzyko upadków, a w konsekwencji poważne kontuzje, hospitalizacje a nawet zgony. Postępujące pogorszenie stabilności postawy zachodzące wraz z wiekiem jest procesem ciągłym i nieodwracalnym, stanowi wyzwanie dla medycyny i rehabilitacji [7]. Jedna na trzy osoby w wieku powyżej 65 lat doświadcza co najmniej jednego upadku każdego roku, a 10-15% tych upadków wiąże się z poważnymi obrażeniami [8]. W kategoriach ekonomicznych, bezpośrednie i pośrednie koszty związane z upadkami są duże i wciąż rosną, gdyż wzrasta liczba osób starszych. Zrozumienie, zachodzących z wiekiem zmian fizjologicznych poszczególnych elementów systemu kontroli równowagi, ma ogromne znaczenie w zapobieganiu upadkom wśród osób starszych i zmniejszeniu szkód związanych z obciążeniem jednostek i społeczeństwa [9-11]. Wczesne rozpoznanie upośledzenia równowagi w połączeniu z ukierunkowaną rehabilitacją może zmniejszyć negatywne skutki tych zaburzeń. Tradycyjne podejście polega na analizie odpowiednich miar zmienności w czasie punktu przyłożenia wypadkowej przebiegu siły reakcji podłoża podczas utrzymywania równowagi, w trakcie stania na platformie. Przyjmuje się, że im większa jest ta zmienność, tym gorsza jest równowaga badanych osób [12,13].

Do oceny procesu kontroli pozycji pionowej ciała zastosować można testy funkcjonalne, do których należą między innymi: test Tinnetiego, Funkcjonalna Skala Równowagi Berga, czy Ocena Profilu Fizjologicznego [14-16]. Jednak jedną z najbardziej obiektywnych metod diagnostycznych jest ocena stabilności ciała przeprowadzona na platformie stabilograficznej [17]. Ze względu

na łatwość pomiaru, badania służą do oceny układu kontroli postawy, wykrywania zaburzeń równowagi i ryzyka upadków [18]. Użycie platformy stabilometrycznej u osób starszych umożliwia ocenę sprawności regulacji stabilności ciała, a także wykrycie wczesnych zmian przedklinicznych w systemie kontroli postawy ciała [19].

Wyniki badań dotyczące oceny zaburzeń równowagi związanych z wiekiem są niejednoznaczne. Abrahamová i Hlavačka zaobserwowały stosunkowo niewielkie zmiany w parametrach stabilogramu wśród osób z trzech grup wiekowych: osób młodych, w średnim wieku oraz osób starszych [20]. Podobnie wyniki badań Kim i wsp. wykazały, że wiele osób starszych i młodszych charakteryzowało się podobnymi wartościami parametrów stabilogramu [21]. Z kolei inni autorzy wykazali, że wraz z wiekiem równowaga ciała ulega znaczącemu pogorszeniu [22,23].

Celem pracy jest określenie różnic w wartościach parametrów charakteryzujących równowagę ciała wśród kobiet po 60 roku życia oraz młodszych.

Materiał i metody

Do badań zakwalifikowano kobiety samodzielnie chodzące, niekorzystające z pomocy sprzętu ortopedycznego (laski, kule, chodziki). Nie kwalifikowano osób po udarach mózgu, osób z chorobą Parkinsona, jak również osób cierpiących na inne schorzenia mające związek z pogorszoną równowagą. W badaniach wzięło udział łącznie 180 kobiet. Grupę badaną (I) stanowiło 98 kobiet, w wieku od 60 do 92 lat, średni wiek wyniósł: 71 lat. Grupę kontrolną (II) stanowiły 82 kobiety, w wieku od 21 do 26 lat, średni wiek wyniósł: 22 lata. Wszyscy uczestnicy wyrazili zgodę na udział w badaniu.

Na wykonanie badań uzyskano zgodę Komisji Bioetycznej przy Wydziale Medycznym Uniwersytetu Rzeszowskiego numer 8/05/2012. Badania przeprowadzono w okresie od maja – lipca 2012 roku. Badania osób starszych (grupa I) zostały wykonane w gabinetach lekarskich Domów Pomocy Społecznej w Rzeszowie (wśród mieszkańców w/w placówek). Grupę kontrolną stanowiła grupa studentek fizjoterapii Uniwersytetu Rzeszowskiego.

Ocena równowagi dokonana została przy użyciu platformy stabilometrycznej CQStab2P (wersji dwuplatformowej). Badanie wykonano według ogólnie przyjętych zasad [24]: poprzedzone było 5-minutowym odpoczynkiem badanej osoby w pozycji siedzącej. Badana stawiała stopami bez obuwia na platformie stabilometrycznej (jedna stopa na jednej płycie, druga na drugiej). Obie płyty były wypoziomowane, a ich powierzchnie ustawione tak by tworzyły jedną płaszczyznę. Badana przyjmowała swobodną pozycję stojącą na platformie stabilometrycznej z kończynami górnymi opuszczonymi wzdłuż tułowia i stopami rozstawionymi na szerokość bioder. W po-

zycji tej dokonywano zapisu parametrów stabilograficznych. Następnie dokonano badania w tej samej pozycji z wyłączeniem kontroli wzrokowej. Każda próba trwała 30 sekund.

Analizowano wartości parametrów stabilogramu charakteryzujące stabilność procesu utrzymywania równowagi. Oceniono 6 różnych parametrów ruchu środka nacisku stóp:

1. SP – całkowita długość ścieżki, liczona w obu osiach (osi X oraz osi Y)
2. SPAP – długość ścieżki statokinezyjogramu liczona w kierunku osi Y (płaszczyzna strzałkowa)
3. SPML – długość ścieżki statokinezyjogramu liczona w kierunku osi X (płaszczyzna czołowa)
4. MA – średnie wychylenie (promień) COP, liczone w obu osiach (osi X oraz osi Y)
5. MV – średnia prędkość poruszania się punktu COP, liczona w obu osiach (osi X oraz osi Y)
6. SA – wielkość pola powierzchni zakreslanego przez COP

Analizę statystyczną uzyskanych wyników wykonano za pomocą programu Statistica. Do analizy statystycznej posłużono się testem U Manna-Whitneya porównującym wyniki pomiarów w dwóch grupach. Za poziom istotności statystycznej przyjęto $p < 0,05$, a wyniki istotne pogrubiono i oznaczono gwiazdką (*).

Wyniki

Wartości parametrów obliczonych z krzywych stabilogramów w obrębie obu badanych grup zestawiono w tabeli 1. W tabeli przedstawiono również poziom istotności statystycznej różnic, jakie zachodzą między wartościami osiągniętymi przez badane osoby.

Na podstawie analizy uzyskanych wartości, będących miarami opisującymi wielkości przemieszczeń krzywej stabilogramu, można porównać stabilność pionowej pozycji ciała badanych osób. Zaobserwowano istotne różnice w większości rozważanych parametrów pomiędzy badanymi osobami z różnych grup wiekowych.

Odnutowano, że długość ścieżki przemieszczania się COP w badaniu z oczami otwartymi (SP-EO) była wyraźnie większa wśród starszych kobiet (średnio dłuższa o 92,08 mm). Podobne wyniki odnotowano w próbie z oczami zamkniętymi (SP-EC). Wartość SP była większa o 68,84 mm w grupie badanej. W obu przypadkach wynik testu U Manna-Whitneya okazał się być istotny statystycznie ($p < 0,0000$).

Analiza parametrów stabilogramu dla płaszczyzny strzałkowej (SPAP) oraz czołowej (SPML) ruchu, umożliwiła dokonanie obserwacji zmian, w której płaszczyźnie ruchu nasilała się niestabilność kontroli równowagi ciała. Okazało się, że długość ścieżki statokinezyjogramu (zarówno w próbie z oczami otwartymi jak i zamkniętymi)

Tab. 1. Wartości parametrów ruchu COP w badanych grupach

Tab.1. Values of motion parameters of COP in the study groups

ZMIENNE/ VARIABLES	Grupa badana (kobiety > 60 roku życia, średnia wieku = 71 lat) The study group (women > 60 years of age, mean age = 71 years)			Grupa kontrolna (kobiety < 60 roku życia, średnia wieku = 22 lata) The control group (women < 60 years of age, mean age = 22 years)			Z	p
	$\bar{x}$ (średnia)	Me (mediana)	s (odchylenie standardowe)	$\bar{x}$ (średnia)	Me (mediana)	s (odchylenie standardowe)		
SP-EO [mm]	307,84	244,50	196,18	215,76	189,00	83,98	-4,7671	0,0000*
SP-EC [mm]	324,34	255,50	209,43	197,57	182,00	52,38	-5,9528	0,0000*
SPAP-EO [mm]	237,51	205,50	114,83	162,96	138,00	65,18	-5,4483	0,0000*
SPAP-EC [mm]	281,96	219,00	182,44	159,43	148,00	52,52	-6,4409	0,0000*
SPML-EO [mm]	142,21	99,00	153,79	106,37	97,00	46,98	-1,0104	0,3123
SPML-EC [mm]	109,24	85,50	81,34	84,82	83,00	14,54	-1,2076	0,2272
MA-EO [mm]	4,58	4,15	2,21	3,40	2,70	2,30	-5,1412	0,0000*
MA-EC [mm]	6,11	4,20	7,80	5,27	4,30	2,91	0,8309	0,4060
MV-EO [mm/s]	10,26	8,15	6,54	7,20	6,30	2,80	-4,7433	0,0000*
MV-EC [mm/s]	10,81	8,50	6,98	6,59	6,10	1,75	-5,9522	0,0000*
SA-EO [mm ²]	663,46	264,00	1164,60	286,45	153,00	475,50	-5,1749	0,0000*
SA-EC [mm ²]	797,35	233,00	1942,95	289,22	221,00	196,14	-0,7940	0,4272

SP – całkowita długość ścieżki, liczona w obu osiach; SPAP – długość ścieżki statokinezyjogramu liczona w kierunku osi Y (płaszczyzna strzałkowa); SPML – długość ścieżki statokinezyjogramu liczona w kierunku osi X (płaszczyzna czołowa); MA – średnie wychylenie COP liczone w obu osiach; MV – średnia prędkość poruszania się punktu COP, liczona w obu osiach; SA – wielkość pola powierzchni zakreslanego przez COP; EO (*eyes open*) – próba z oczami otwartymi; EC (*eyes closed*) – próba z oczami zamkniętymi

mi) w płaszczyźnie strzałkowej u starszych kobiet była istotnie większa niż u studentek ($p < 0,0000$). Wartości długości ścieżki statokineziogramu w płaszczyźnie czołowej również były wyższe u kobiet starszych, jednak zależności te nie były istotne statystycznie.

Zestawienie otrzymanych wartości średniego wychylenia (MA) przedstawia się podobnie. W próbie z oczami otwartymi, starsze kobiety osiągnęły wyższe wartości rozważanego parametru, a różnica między rozpatrywanymi grupami osiągnęła bardzo wysoki poziom istotności statystycznej ($p < 0,000$). W próbie z oczami zamkniętymi różnica wartości uzyskanych przez badane grupy nie była istotna statystycznie.

Rozpatrując wartości średniej prędkości (MV) poruszania się COP w osiach XY, zaobserwowano, że zarówno w badaniu z oczami otwartymi jak i zamkniętymi były istotnie wyższe u osób starszych ($p < 0,000$) (ryc. 1, 2).

Ryc. 1. Średnia prędkość poruszania się COP w osiach XY podczas próby z oczami otwartymi

Fig. 1. Average speed of movement of the COP in the XY axes, during eyes opened conditions

Odrębna analiza parametrów stabilogramu dotyczyła wielkości pola powierzchni zakreślonego przez środek nacisku stóp (SA). W próbie wykonanej z oczami otwartymi, osoby starsze utrzymywały swobodną pozycję pionową ciała na nieco większym obszarze przemieszczeń COP. Natomiast wyniki studentek, charakteryzowały się mniejszą oscylacją krzywej stabilogramów. Graficznie zobrazowano różnice na rycinie 3. Różnica w wynikach otrzymanych w badaniu z oczami zamkniętymi nie wykazała istotności statystycznej pomiędzy rozpatrywanymi grupami.

Ryc. 2. Średnia prędkość poruszania się COP w osiach XY podczas próby z oczami zamkniętymi

Fig. 2. Average speed of movement of the COP in the XY axes, during eyes closed conditions

Ryc. 3. Wielkość pola powierzchni zakreślonego przez COP uzyskana podczas próby z oczami otwartymi

Fig.3. The size of the area circled by the COP achieved in tests with eyes open

Dyskusja

W badaniach własnych uzyskano interesujące, ale nie w pełni jednoznaczne wyniki. Potwierdzono, że osoby starsze charakteryzują się pogorszoną stabilnością postawy niż osoby młodsze, jednak użycie platformy stabilometrycznej pozwoliło na dokładne określenie różnic pomiędzy badanymi z obu grup. Zaobserwowano, że pomiędzy kobietami starszymi a młodszymi występują istotne statystycznie różnice w większości rozważanych parametrów, z wyjątkiem czterech: długości ścieżki statokinezyjogramu w osi czołowej (w badaniu z oczami otwartymi oraz zamkniętymi), średniego wychylenia COP (liczonego w obu osiach) w badaniu z oczami zamkniętymi oraz wielkością pola powierzchni określanego przez COP w badaniu z oczami zamkniętymi. Otrzymane wartości średnie arytmetyczne były istotnie większe w grupie kobiet starszych. Wielkość amplitudy przemieszczeń stabilogramu, jak również rozproszenie wyników (odchylenie standardowe) były wyraźnie większe u kobiet starszych niż u studentek. Wyniki te są zgodne z wynikami badań innych autorów, którzy ponadto wskazali na związek niestabilności postawy ze zwiększonym ryzykiem upadków [25-27]. Wykazano, że ryzyko upadków jest silnie skorelowane z amplitudą wychyleń środka nacisku stóp, nawet podczas spokojnego stania w pozycji pionowej. Amplituda wychyleń ciała zmienia się wraz z wiekiem, co jest naturalną konsekwencją procesów starzenia się organizmu [20, 28], szczególnie u osób starszych (powyżej 60 roku życia) [28].

Wojciechowska-Maszkowska i Kuczyński także wykazali, że osoby starsze uzyskują znacznie wyższe wartości rozważanych parametrów niż osoby młodsze [12]. Podobnie Choy i wsp. zaobserwowali, że kobiety powyżej 60 roku życia charakteryzowały się większą niestabilnością ciała niż kobiety młodsze, zwłaszcza w badaniu z wyłączoną kontrolą wzrokową [29]. Wydłużenie trajektorii środka nacisku stóp wśród osób starszych wykazali również Skurvidas i wsp. [30] oraz Masui i wsp. [31]. Zaburzenia stabilności postawy u osób starszych tłumaczy się upośledzeniem zdolności do dostosowania się do zmian w informacjach sensorycznych [32]. Wraz z wiekiem dochodzi również do pogorszenia funkcji mięśni szkieletowych i stopniowego osłabienia czynności receptorów wzroku. W efekcie sterowanie postawą, opierające się na informacjach pochodzących z proprioceptorów oraz narządu wzroku, jest ograniczone [29, 33, 34]. Ponadto u osób starszych obserwuje się sztywność stawów, ograniczenie zakresów ruchów a także przewlekłe bóle stawów [35], występują również zaburzenia postawy takie jak: skolioza, kifoza skrócenie kręgow, rotacja kręgow, które prowadzą do zmian położenia środka ciężkości ciała, przez co powodują zaburzenia równowagi [36].

Wyniki badań Famuly i wsp. wykazały, że u osób starszych, podczas wyłączenia kontroli wzrokowej długość drogi rzutu środka ciężkości ciała ulega wydłużeniu [17]. Du Pasquier i wsp. wykazali, że rejestracja przemieszczania się COP najlepiej odzwierciedla zaburzenia stabilności postawy pojawiające się wraz z wiekiem. Autorzy także zaobserwowali także, że zamknięcie oczu zwiększyło wariancję wyników zwłaszcza u badanych powyżej 60 roku życia [22]. Podobnie w badaniach własnych, wśród kobiet starszych, wyłączenie kontroli wzrokowej powodowało wzrost wartości wszystkich parametrów stabilogramu z wyjątkiem jednego – długości ścieżki statokinezyjogramu w płaszczyźnie czołowej. Skrócenie ścieżki w próbie z oczami zamkniętymi można wytłumaczyć tym, że w sytuacji krótkotrwałego braku kontroli wzrokowej u badanych występowała większa koncentracja i skupienie uwagi na wykonywanym zadaniu.

Na podstawie średniej prędkości wychyleń COP można określić charakter dynamiki utrzymywania równowagi. Przyjmuje się, że niskie wartości średniej prędkości świadczą o małej dynamice kontroli równowagi ciała, a zatem przypuszczać można, że badana osoba stoi spokojnie. Wysokie wartości świadczą o niespokojnych i gwałtownych wychyleniach ciała. Wyniki badań własnych wskazują, że stabilność posturalna kobiet ulega pogorszeniu wraz z wiekiem. Ostrowska i wsp. wykazali dodatkowo, że wzrost średniej prędkości wychyleń wiązał się ze wzrostem ryzyka upadków wśród starszych kobiet [24].

Wyniki badań własnych wskazują na wyraźny wpływ procesu starzenia się człowieka na stabilność postawy. Wyraźną tendencję wzrostową parametrów amplitudowych stabilogramu u osób starszych potwierdzają badania innych autorów. Wzrost zakresu wychyleń ciała w pozycji pionowej związany jest prawdopodobnie z podwyższeniem progów czułości układów sensorycznych u osób starszych.

Podsumowując, można stwierdzić, że wraz z wiekiem dochodzi do upośledzenia zdolności sterowania ruchami zabezpieczającymi proces utrzymywania równowagi. W efekcie postępujących zmian inwolucyjnych wzrasta wyraźnie niestabilność utrzymywania równowagi ciała w pozycji pionowej. Niezastąpionym elementem programu profilaktycznego jest regularna aktywność ruchowa. Trening fizyczny powinien łączyć w sobie ćwiczenia wzmacniające mięśnie, korekcję wad postawy, zwiększenie ruchomości i gibkości stawów kończyn dolnych. Należy pamiętać o treningu równowagi, propriocepcji i koordynacji mięśniowo-nerwowej [37]. Według Costello i Edelstein ćwiczenia to jedyny środek leczniczy, który w znacznej mierze przyczynia się do poprawy stabilności postawy [38].

Podczas realizacji programu usprawniającego, należy wziąć pod uwagę fakt pogorszenia kontroli równowagi

wśród pacjentów geriatrycznych. Z uwagi na dostępność obiektywnych i nieinwazyjnych metod oceny równowagi należałoby badać każdego pacjenta przed terapią, co umożliwiłoby wdrożenie indywidualnego planu ćwiczeń, a w trakcie terapii monitorowanie jej efektów.

Wnioski

Uzyskane wyniki badań pozwoliły na sformułowanie następujących wniosków:

1. Wraz z wiekiem zachodzą istotne zmiany w procesie utrzymywania równowagi powodujące rosnący deficyt stabilności ciała.
2. Kobiety po 60 roku życia wykazują gorszą stabilność postawy niż kobiety młodsze w zakresie każdego analizowanego parametru z wyjątkiem wychyleń w płaszczyźnie czołowej.
3. Parametry stabilogramu są czułym wskaźnikiem służącym do oceny stanu układu kontroli równowagi, mogą być wykorzystywane w diagnostyce i ocenie zmian patologicznych, jak również w planowaniu procesu terapii i kontroli jej efektów.

Piśmiennictwo

1. de Noronha Ribeiro Daniel F, de Souza Vale RG, Giani TS, Bacellar S, Escobar T, Stoutenberg M, Dantas EH. Correlation between static balance and functional autonomy in elderly women. *Arch Gerontol Geriatr* 2011;52(1):111–4.
2. Qiu F, Cole MH, Davids KW, Hennig EM, Silburn PA, Netscher H et al. Enhanced somatosensory information decreases postural sway in older people. *Gait Posture* 2012;35(4):630–5.
3. Podhorecka M, Kędziora-Kornatowska K, Sielski G. Zmiany inwolucyjne w układzie ruchu oraz ich konsekwencje wpływające na zmniejszenie aktywności fizycznej osób starszych. *Pielęg XXI* w 2011;34(1):35–8.
4. Błaszczyk W, Czerwosł L. Stabilność posturalna w procesie starzenia. *Gerontol Pol* 2005;13(1):25–36.
5. Ramstrand N, Thuesen AH, Nielsen DB, Rusaw D. Effects of an unstable shoe construction on balance in women aged over 50 years. *Clinical Biomechanics* 2010;25(5):455–60.
6. Ocetkiewicz T, Skalska A, Grodzicki T. Badanie równowagi przy użyciu platformy balansowej — ocena powtarzalności metody. *Gerontol Pol* 2006;14(3):144–8.
7. Drużbicki M, Wrzosek K, Przysada G, Sapuła R, Wolan-Nieroda A. Ocena równowagi i chodu osób starszych uczestniczących w zajęciach ruchowych w ramach Uniwersytetu Trzeciego Wieku. *Young Sport Science of Ukraine* 2010;14(4):53–9.
8. Ostrowska B, Sadocha Z, Skolimowski J. Ocena zaburzeń stabilności postawy u osób w starszym wieku leczonych uzdrowiskowo. *Ortop Traumatol Rehab* 2006;8(4):441–8.
9. Sturnieks DL, George R, Lord SR. Balance disorders in the elderly. *Neurophysiol Clin* 2008;38(6):467–78.
10. Bateni H. Changes in balance in older adults based on use of physical therapy vs the Wii Fit gaming system: a preliminary study. *Physiotherapy* 2011;98(3):211–6.
11. Wiszomirska I, Kaczmarczyk K, Ilnicka L, Słoń M, Fryszak A, Marciniak T. Wpływ treningu stymulującego układ przedsionkowy na poprawę równowagi ciała osób starszych. *Post Rehab* 2010;24(4):5–10.
12. Wojciechowska – Maszkowska B, Kuczyński M. Zmiany stabilności postawy z wiekiem. *Ann UMCS Sect D* 2005;16(623):261–4.
13. Moghadam M, Ashayeri H, Salavati M, Sarafzadeh J, Taghipoor KD, Saeedi A et al. Reliability of center of pressure measures of postural stability in healthy older adults: effects of postural task difficulty and cognitive load. *Gait Posture* 2011;33(4):651–5.
14. Hiengkaew V, Jitaree K, Chaiyawat P. Minimal detectable changes of the berg balance scale, fugl-meyer assessment scale, timed “up & go” test, gait speeds, and 2-minute walk test in individuals with chronic stroke with different degrees of ankle plantarflexor tone. *Arch Phys Med Rehabil* 2012;93(7):1201–8.
15. Borowicz A, Wieczorowska-Tobis K. Ocena ryzyka upadku u osób starszych przebywających na oddziale rehabilitacyjnym. *Geriatrics* 2011;5(1):13–8.
16. Kostiukow A, Rostkowska E, Samborski W. Badanie zdolności zachowania równowagi ciała. *Ann Acad Med Siles* 2009;55(3):102–9.
17. Famuła A, Nowotny-Czupryna O, Brzęk A, Nowotny J, Kita B. Telereceptywna i proprioceptywna sprawność regulacji równowagi a stabilność ciała u osób starszych. *Ortop Traumatol Rehab* 2008;10(4):384–95.
18. Jorgensen MG, Rathleff MS, Laessoe U, Caserotti P, Nielsen OB, Aagaard P. Time-of-day influences postural balance in older adults. *Gait Posture* 2012;35(4):653–7.
19. Norris JA, Marsh AP, Smith IJ, Kohut RI, Miller ME. Ability of static and statistical mechanics posturographic measures to distinguish between age and fall risk. *J Biomech* 2005;38(6):1263–72.
20. Abrahamová D, Hlavacka F. Age-related changes of human balance during quiet stance. *Physiol Res* 2008;57(6):957–64.
21. Kim S, Nussbaum MA, Madigan ML. Direct parameterization of postural stability during quiet upright stance: effects of age and altered sensory conditions. *J Biomech* 2008;41(2):406–11.
22. Du Pasquier RA, Blanc Y, Sinnreich M, Landis T, Burkhard P, Vingerhoets FJ. The effect of aging on postural stability: a cross sectional and longitudinal study. *Neurophysiol Clin* 2003;33(5):213–8.
23. Fujita T, Nakamura S, Ohue M, Fujii Y, Miyauchi A, Takagi Y, Tsugeno H. Effect of age on body sway assessed by computerized posturography. *J Bone Miner Metab* 2005;23(2):152–6.

24. Ostrowska B, Giemza C, Wojna D, Skrzek A. Stabilność pozycji stojącej i postawa ciała starszych kobiet: porównanie między osobami „upadającymi” i „nie upadającymi”. *Ortop Traumatol Rehab* 2008;5(6):486-95.
25. Baloh RW, Corona S, Jacobson KM, Enrietto JA, Bell T. A prospective study of posturography in normal older people. *J Am Geriatr Soc* 1998;46(6):438-43.
26. Melzer I, Benjuya N, Kaplanski J. Age-related changes of postural control: effect of cognitive tasks. *Gerontology* 2001;47(4):189-94.
27. Merlo A, Zemp D, Zanda E, Rocchi S, Meroni F, Tettaman- ti M, Recchia A, Lucca U, Quadri P. Postural stability and history of falls in cognitively able older adults: The Canton Ticino study. *Gait Posture* 2012;36(4):662-6.
28. Kaneda K, Sato D, Wakabayashi H, Hanai A, Nomura T. A comparison of the effects of different water exercise programs on balance ability in elderly people. *J Aging Phys Act* 2008;16(4):381-92.
29. Choy NL, Brauer S, Nitz J. Changes in women aged 20 to 80 years. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2003;58(6):525-30.
30. Skurvidas A, Cesnaitiene VJ, Mickeviciene D, Gutnik B, Nicholson J, Hudson G. Age-related changes in force and power associated with balance of women in quiet bilateral stance on a firm surface. *Homo* 2012;63(2):114-25.
31. Masui T, Hasegawa Y, Matsuyama Y, Sakano S, Kawasaki M, Suzuki S. Gender differences in platform measures of balance in rural community-dwelling elders. *Arch Gerontol Geriatr* 2005;41(2):201-9.
32. Westlake KP, Culham EG. Sensory-specific balance training in older adults: effect on proprioceptive reintegration and cognitive demands. *Phys Ther* 2007;87(10):1274-83.
33. Choy NL, Brauer S, Nitz J. Linking stability to demograp- hics, strength and sensory system function in women over 40 to support pre-emptive preventive intervention. *Climac- teric* 2008;11(2):144-5.
34. Marcus RL, Addison O, Kidde JP, Dibble LE, Lastayo PC. Skeletal muscle fat infiltration: impact of age, inactivity, and exercise. *J Nutr Health Aging* 2010;14(5):362-6.
35. Auvinet B, Berrut G, Touzard C, Moutel L, Collet N, Chale- il D et al. Gait abnormalities in Eldery Fallers. *J Aging Phys Act* 2003;11(1):40-50.
36. Żak M, Melcher U. Rehabilitacja jako element progra- mu zapobiegania upadkom osób starszych. *Przegl Lek* 2002;59(1):4-5.
37. Ostrowska B, Giemza C, Demczuk-Włodarczyk E, Adamska M. Ocena równowagi i chodu u starszych osób pensjonariu- szy domu opieki społecznej. *Fizjoterapia* 2010;18(4):40-8.
38. Costello E, Edelstein J. Aktualne dane na temat zapobiega- nia upadkom w środowisku życia osób starszych – przegląd jednoczynnikowych i wieloczynnikowych programów in- terwencyjnych. *Rehabil Med* 2009;13(1):33-51.