Stabilność ciała osób w wieku podeszłym w aspekcie ich codziennej aktywności ruchowej

Body stability of the elderly in the aspect of their daily physical activity

Anna Famuła¹, Janusz Nowotny², Olga Nowotny-Czupryna¹, Beata Kita², Joanna Szymańska²

Katedra Fizjoterapii Śląskiego Uniwersytetu Medycznego w Katowicach

¹ **Zakład Kinezylogii**

² **Zakład Fizjoterapii**

Streszczenie

Wstęp: Jednym z problemów osób starszych jest obniżenie sprawności regulacji równowagi ciała, co skutkuje nieraz pogorszeniem ich stabilności i upadkami. Ogólna aktywność ruchowa jest jednym z elementów wpływających w wymierny sposób na umiejętność samodzielnego funkcjonowania w społeczeństwie. Podejmowane są zatem badania zmierzające do zrozumienia wpływu aktywności ruchowej na poziom kontroli równowagi osób w wieku podeszłym oraz próby opracowania jak najlepszych strategii prewencji oraz popularyzacji aktywności ruchowej.

Celem pracy było określenie sprawności regulacji równowagi oraz stabilności ciała osób w wieku podeszłym w aspekcie ich codziennej aktywności ruchowej w ramach czynności samoobsługowych.

Material i metody: Badaniami objęto 66 osób w wieku powyżej 65 roku życia. Na podstawie wywiadu określono stan zdrowia oraz poziom aktualnej aktywności ruchowej. Oceniano podstawowe parametry stabilometryczne przy użyciu platformy AccuGait podczas utrzymywania stojącej, wyprostowanej postawy ciała z kontrolą wzrokową i bez niej na platformie ustawionej poziomo oraz pochylanej w 4 podstawowych kierunkach. Wykonano również próby wychylenia ciała do granicy stabilności, również w 4 podstawowych kierunkach.

Wyniki: Na podstawie analizy długości ścieżki rzutu środka ciężkości, szybkości wychwian oraz wielkości ich pola stwierdzono, iż u osób mniej aktywnych ruchowo wyłączenie kontroli wzrokowej nie uruchamia dostatecznych mechanizmów regulacji równowagi ciała, zwłaszcza gdy podłoże nie jest usytuowane poziomo. U osób tych wykazano też brak umiejętności istotnego zwężenia marginesu bezpieczeństwa podczas próby wychylania ciała do tyłu.

Wnioski: Seniorów o niższym poziomie aktywności ruchowej charakteryzuje na ogół mniejsza czułość propriocepcji. Osoby starsze mniej aktywne ruchowo wykazują pogorszenie stabilności ciała szczególnie w kierunku tylnym. Aktywność ruchowa związana jedynie z samodzielnym funkcjonowaniem w środowisku domowym może nie stanowić wystarczającego bodźca podtrzymującego sprawność osób w wieku podeszłym.

Słowa kluczowe: **stabilność ciała, wiek podeszły, aktywność ruchowa**

Summary

Introduction: One of the problems of the elderly is to reduce the efficiency of regulation of the balance of the body, often resulting in deterioration of their stability and falls. Whole physical activity is one of the elements which in a measurable way are affecting the ability to function independently in society. Efforts are, therefore, studies aimed at understanding the impact of physical activity on the level of balance control in the elderly and attempts to develop the best strategy for prevention and promotion physical activity.

The aim of this study was to determine the efficiency of the regulation of body balance and stability in the elderly in terms of their daily physical activity.

Material and methods: The study included 66 people aged over 65 years of age. Based on questionnaire level of health and current level of physical activity was identified. Basic stabilometric parameters were evaluated using AccuGait platform while maintaining a standing upright posture with and without visual control and while the platform was set horizontally and tiltable in four basic directions. Also performed attempts to tilt the body to the limit of stability in four basic directions.

Results: Based on analysis of the pathlength, speed and size swingings fields, it was found that in people who are less active physically disabling visual control did not start a sufficient mechanisms of the body balance control, especially when the base of support is not positioned horizontally. These patients also showed a significant lack of skills of narrowing the margin of safety when the body was leaned to the back.

Conclusions: Seniors with lower levels of physical activity are generally characterized by lower sensitivity of proprioception. Older people who are less physically active showed deterioration of stability of the body especially in the direction to the back. Physical activity associated only with functioning independently in the home environment may not be a sufficient stimulus of maintenance the efficiency of elderly.

Keywords: body stability, aging, physical activity

Wstęp

Jednym z problemów osób starszych jest obniżenie sprawności regulacji równowagi ciała, co skutkuje nie-raz pogorszeniem ich stabilności i upadkami. Ogólna aktywność ruchowa jest jednym z elementów wpływających na umiejętność samodzielnego funkcjonowania w społeczeństwie.

Spadek ogólnej kondycji, osłabienie siły mięśniowej i szybkości przewodzenia impulsów nerwowych, a co za tym idzie spowolnienie reakcji, to jedne z najbardziej typowych zmian zachodzących w wieku podeszłym, ograniczających m.in. skuteczność prawidłowych zachowań posturalnych tych osób [1]. Trening fizyczny zapobiega pojawianiu się niekorzystnych zmian, co dla osób w wieku podeszłym może być istotnym elementem polepszającym ogólny stan zdrowia [2]. Dlatego właśnie wiele programów treningowych ukierunkowanych jest na poprawę i podtrzymywanie jak najwyższego poziomu sprawności, samodzielności i niezależności osób w tym wieku [3,4]. Ograniczeniem postępowania profilaktycznego, którego zasadniczym elementem jest aktywność ruchowa, jest rosnąca ilość przeciwwskazań do różnych rodzajów tej aktywności, spowodowana stanem zdrowia seniora. Na dodatek problemy zdrowotne osób w wieku podeszłym często ograniczają ich chęć do uczestniczenia w różnorodnych formach rekreacji ruchowej, a dodatkowym elementem utrudniającym aktywny udział w zajęciach ruchowych są okresy ograniczenia aktywności ruchowej czy też wręcz bezczynności, spowodowane licznymi chorobami, powiązane zwykle z koniecznością leczenia szpitalnego [5,6,7].

Prowadząc aktywność ruchową w ramach codziennych czynności w domu lub poza nim (takie jak praca w ogródku, zakupy, wizyty u lekarza, itd.) wiąże się z koniecznością radzenia sobie w różnych sytuacjach

dotyczących zróżnicowanych warunków zewnętrznych w tym również różnorodnie pochylonego podłoża. U osób w wieku podeszłym dodatkowym utrudnieniem regulacji stabilności ciała opierającej się na bodźcach proprioceptywnych ze stawu skokowego jest problem często narastających zmian zwyrodnieniowych, co upośledza jego funkcję. Warto zatem podczas badań wziąć ten aspekt pod uwagę.

Obniżanie się sprawności seniorów zwiększa ryzyko upadków i związane z tym zagrożenie poważnymi ich konsekwencjami [5,8,9]. Wpływa to nie tylko na długość i jakość życia seniora, ale – co ważniejsze – skłania zwykle do dalszego ograniczania aktywności, co prowadzi w konsekwencji do efektu błędnego koła. Aby zmniejszyć powyższe konsekwencje podejmowane są badania zmierzające m.in. do zrozumienia wpływu aktywności ruchowej na poziom kontroli równowagi osób w wieku podeszłym oraz próby opracowania jak najlepszych strategii prewencji.

Celem pracy było określenie sprawności regulacji równowagi oraz stabilności ciała osób w wieku podeszłym w aspekcie ich codziennej aktywności ruchowej w ramach czynności samoobsługowych.

Materiał i metody

Badaniami objęto 66 osób w wieku od 65 do 96 roku życia ($x=73 \pm 7,72$) w tym 52 kobiety w wieku od 65 do 96 roku życia ($x=74,06 \pm 7,91$) oraz 14 mężczyzn w wieku od 65 do 87 roku życia ($x=69,07 \pm 5,6$). Warunkiem włączenia do badań było wyrażenie zgody przez badanego na uczestniczenie w badaniach, ukończenie 65 roku życia oraz umiejętność samodzielnego utrzymania pozycji stojącej z kontrolą wzroku i bez niej przez minimum 5 minut bez przerwy. Wyłączono z badań osoby ze schorzeniami dotyczącymi narządu równowagi oraz

przyjmujące leki mogące powodować zaburzenia równowagi, a także osoby ze schorzeniami ortopedycznymi uniemożliwiającymi badanemu przyjęcie i utrzymanie wymaganej w badaniu pozycji ciała jak i schorzeniami neurologicznymi mogącymi powodować zaburzenia równowagi.

Na podstawie wywiadu określono stan zdrowia oraz poziom aktualnej aktywności ruchowej. Formułując pytania brano pod uwagę styl życia osób w wieku podeszłym oraz najbardziej popularne w tej grupie wiekowej rodzaje aktywności ruchowej [10]. Nawiązano tu do Kwestionariusza Siedmiodniowej Aktywności Fizycznej, modyfikując go na potrzeby badanej grupy wiekowej [11]. Za niską uznano taką aktywność, która całkowicie wykluczała możliwość samodzielnego wykonywania czynności życia codziennego, lub pozwalała na wykonywanie ich w stopniu niepełnym. Osoby te większość czasu spędzały w domu, opuszczając go jedynie w razie konieczności (np. w celu udania się do lekarza). Średnia aktywność ruchowa dotyczyła osób, które samodzielnie wykonywały czynności życia codziennego w środowisku domowym i poza nim (np. prace w ogród-

ku, spaceru przez minimum 15 minut dziennie lub też inne zajęcia w ramach rekreacji ruchowej o małej i średniej intensywności). Przyjęto, że wysoki poziom aktywności ruchowej dotyczyłby osób uprawiających sport i regularne ćwiczenia fizyczne o średniej i wysokiej intensywności co najmniej przez 1 godzinę dziennie lub 3 razy w tygodniu przez 1,5 lub 2 godziny [12,13]. Żaden z badanych nie określił jednak swojej aktywności ruchowej na tym poziomie. Badanych podzielono zatem na 2 grupy: „aktywni” – o wyższej aktywności ruchowej oraz „nieaktywni” – o niższej aktywności ruchowej, co pozwoliło w dalszym etapie uprościć analizę. W grupie „aktywnych” było 29 kobiet i 6 mężczyzn, a w grupie „nieaktywnych” odpowiednio 23 i 8.

U wszystkich wykonano badania stabilometryczne, które polegały na utrzymywaniu pozycji stojącej na platformie ustawionej poziomo oraz nachylonej w 4 podstawowych kierunkach (do przodu, do tyłu i na boki) – z kontrolą wzrokową i po jej wyłączeniu. Na poziomo usytuowanej platformie badany wykonywał również samodzielne wychylania tułowia w płaszczyźnie strzałkowej i czołowej do granicy stabilności (ryc. 1).

Ryc. 1 Badania stabilometryczne na: a) poziomej platformie podczas wychylania ciała do przodu oraz b) na platformie pochylanej w płaszczyźnie strzałkowej

Fig. 1 Stabilometry in standing on platform: a) in straight position while the body leaning forward and b) on the platform inclined the sagittal plane

Dane stabilometryczne zebrano przy użyciu platformy AccuGait firmy AMTI, a do analizy wykorzystano program Balance Clinic tej samej firmy. Analizowano długość ścieżki punktu przyłożenia wypadkowej siły reakcji podłoża jako środka nacisku (parcia) stóp (COP – *center of pressure*) na płaszczyznę podparcia, średnią prędkość przemieszczania się tego środka, powierzchnię pola elipsy wychyłań oraz wielkość tzw. marginesu bezpieczeństwa [14].

Podczas opracowania statystycznego uzyskanych danych wykorzystano program Statistica v. 8,0. Posłużono się testem t - Studenta dla prób powiązanych i niepowiązanych w celu określenia stopnia istotności różnic. Za poziom istotności statystycznej przyjęto $p < 0,05$.

Wszystkie analizowane parametry pochodziły z populacji o rozkładzie normalnym wg testu Kołmogorowa – Smirnowa

Projekt badawczy uzyskał zgodę Komisji Bioetycznej Śląskiego Uniwersytetu Medycznego w Katowicach (nr KNW-6501-66/I/08).

Wyniki

Analiza długości ścieżki na płaszczyźnie podparcia z kontrolą wzrokową nie wykazała istotnych różnic pomiędzy sytuacją utrzymywania pozycji stojącej na płaszczyźnie poziomej bądź nachylonej w różnych kierunkach. Co prawda długość ta ulegała wydłużeniu po pochyleniu płaszczyzny podparcia, lecz nigdy nie w istotnym stopniu – w obu grupach badanych (tab. 1).

Podczas badania przeprowadzonego z kontrolą wzrokową stwierdzono kilka prawidłowości. Na poziomo ustawionej platformie długość ścieżki u „nieaktywnych” była minimalnie krótsza w drugiej grupie. Na pochylonej w każdym kierunku platformie długość ta względem wartości na poziomej platformie w obu grupach uległa zwiększeniu, wyraźniejszemu wśród „aktywnych”. W żadnym przypadku jednakże nie było istotnych statystycznie różnic pomiędzy obiema grupami w odniesieniu do tego parametru na pochylonej płaszczyźnie podparcia zarówno podczas kontroli wzrokowej jak i po jej wyłączeniu.

Tab. 1. Średnie arytmetyczne (x), odchylenia standardowe (s) oraz stopień istotności różnic (t/p), długości drogi rzutu środka ciężkości (cm) pomiędzy próbą na platformie poziomej, a próbami z różnokierunkowymi pochyleńiami platformy w aspekcie codziennej aktywności ruchowej (z kontrolą wzrokową)

Tab. 1. Arithmetic average (x), standard deviation (s) and significance level (t/p) of way length projection of the centre of gravity (cm) between trial in standing position on platform in straight position and trials with platform inclined in different directions in terms of physical activity (eyes open)

KIERUNEK POCHYLENIA PLAT- FORMY		GRUPA			
		NIEAKTYWNI		AKTYWNI	
		Platforma poziomo	Platforma pochylona	Platforma poziomo	Platforma pochylona
DO PRZODU	min-max	31,87-176,04	31,46-92,31	31,43-191,73	33,58-191,75
	X	54,14	56,76	57,26	61,71
	S	26,12	15,42	30,30	34,76
	t / p	t = 0,95; p > 0,349		t = 0,82; p > 0,418	
DO TYŁU	min-max	31,87-176,04	32,01-128,26	31,43-191,73	35,07-152,59
	X	54,14	59,98	57,26	61,61
	S	26,12	19,31	30,30	26,32
	t / p	t = 1,76; p > 0,088		t = 1,68; p > 0,102	
W LEWO	min-max	31,87-176,04	32,09-133,83	31,43-191,73	31,47-193,52
	X	54,14	58,43	57,26	65,33
	S	26,12	21,79	30,30	37,48
	t / p	t = 1,12; p > 0,269		t = 1,22; p > 0,231	
W PRAWO	min-max	31,87-176,04	34,62-142,56	31,43-191,73	31,55-150,37
	X	54,14	57,07	57,26	62,18
	S	26,12	23,13	30,30	27,25
	t / p	t = 1,1; p > 0,281		t = 1,16; p > 0,255	

Po wyłączeniu kontroli wzrokowej sytuacja wyjściowa uległa odwróceniu. Tutaj na odmiennie ścieżka była minimalnie krótsza u bardziej aktywnych, choć nigdy nie w stopniu istotnym statystycznie. Po pochyleniu platformy i wyłączeniu kontroli wzrokowej jedynie u osób „aktywnych” stwierdzono istotne wydłużenie ścieżki, lecz efekt ten zauważalny był jedynie na płaszczyźnie podparcia pochylonej w płaszczyźnie strzałkowej. W badaniu tym w grupie osób „nieaktywnych” na platformie pochylonej ścieżka ta ulegała nieistotnemu skróceniu, poza jednym wyjątkiem (tab. 2).

Na poziomo ustawionej platformie, zarówno przy oczach otwartych, jak i po wyłączeniu kontroli wzrokowej, średnie prędkości przemieszczania się COP były w obu grupach zbliżone, nie różniące się istotnie. W obu też grupach samo wyłączenie kontroli wzrokowej spowodowało znaczące zwiększenie tej prędkości, takie same w obu grupach. Analiza wielkości pola wychwiał nie wniosła natomiast niczego znaczącego. Wprawdzie pole to było w każdym przypadku nieco większe u osób „aktywnych”, a wyłączenie kontroli wzrokowej powodowało jego zwiększenie, ale wszystkie stwierdzone różnice były nieistotne statystycznie (tab. 3).

Tab. 2. Średnie arytmetyczne (x), odchylenia standardowe (s) oraz stopień istotności różnic (t/p), długości drogi rzutu środka ciężkości (cm) pomiędzy próbą na platformie poziomej, a próbami z różnokierunkowymi pochyleniami platformy, w aspekcie codziennej aktywności ruchowej (po wyłączeniu kontroli wzrokowej)

Tab. 2. Arithmetic average (x), standard deviation (s) and significance level (t/p) of way length projection of the centre of gravity (cm) between trial in standing position on platform in straight position and trials with platform inclined in different directions in terms of physical activity (eyes closed)

KIERUNEK POCHYLENIA PLATFORMY		GRUPA			
		NIEAKTYWNI		AKTYWNI	
		Platforma poziomo	Platforma pochylona	Platforma poziomo	Platforma pochylona
DO PRZODU	min-max	33,20-213,64	30,62-215,71	30,74-151,92	31,93-210,19
	X	68,63	70,63	66,91	79,64
	S	42,37	39,48	32,60	45,47
	t / p	t = 1,05; p > 0,302		t = 2,61; p < 0,014	
DO TYŁU	min-max	33,20-213,64	30,03-233,52	30,74-151,92	30,73-172,67
	X	68,63	70,30	66,91	76,31
	S	42,37	39,94	32,60	37,04
	t / p	t = 0,302; p > 0,764		t = 2,71; p < 0,011	
W LEWO	min-max	33,20-213,64	33,14-236,81	30,74-151,92	31,51-136-68
	X	68,63	69,52	66,91	65,57
	S	42,37	39,74	32,60	27,36
	t / p	t = 0,24; p > 0,808		t = 0,63; p > 0,535	
W PRAWO	min-max	33,20-213,64	34-18-152,15	30,74-151,92	35,02-172,33
	X	68,63	60,56	66,91	68,14
	S	42,37	27,67	32,60	34,95
	t / p	t = 2,11; p < 0,0425		t = 0,43; p > 0,666	

Tab. 3. Prędkość COP (cm/s) na płaszczyźnie podparcia oraz powierzchnia elipsy pola wychwiał (cm²) na poziomej płaszczyźnie podparcia – z kontrolą wzrokową i po jej wyłączeniu, w aspekcie codziennej aktywności ruchowej badanych

Tab. 3. Velocity of the center of pressure (cm/s) and average sway area (cm²) in standing position on platform in straight position between trial with open and closed eyes in terms of physical activity

GRUPY	Prędkość COP						t/p
	oczy otwarte			oczy zamknięte			
	min-max	x	s	min-max	x	s	
NIEAKTYWNI	0,87-5,87	1,731	0,866	0,90-7,12	2,217	1,398	t = 2,829 p < 0,0079
AKTYWNI	0,998–6,39	1,879	1,006	1,03-5,06	2,230	1,086	t=2,772 p<0,0096
Istotność statystyczna		t = 0,64; p > 0,524		t = 0,043; p > 0,965			
GRUPY	Powierzchnia pola wychwiał						
	oczy otwarte			oczy zamknięte			t/p
	min-max	x	s	min-max	x	s	
NIEAKTYWNI	0,33-7,02	1,639	1,183	0,22-6,03	1,87	1,213	t = 0,943 p > 0,352
AKTYWNI	0,51-17,76	2,542	3,516	0,51-23,32	3,228	4,439	t = 1,178 p > 0,248
Istotność statystyczna		t = 1,431; p > 0,157		t = 1,715; p > 0,091			

Tab. 4. Prędkość COP (cm/s) na płaszczyźnie podparcia pochylonej w 4 podstawowych kierunkach – z kontrolą wzrokową i po jej wyłączeniu, w aspekcie codziennej aktywności ruchowej badanych

Tab. 4. Velocity of the center of pressure (cm /s) in standing position on platform inclined in four basic directions between trial with open and closed eyes in terms of physical activity

GRUPA	Prędkość COP – płaszczyzna podparcia pochylona do przodu						
	oczy otwarte			oczy zamknięte			t/p
	min-max	x	s	min-max	x	s	
NIEAKTYWNI	1,05-3,08	1,848	0,530	1,02-7,19	2,354	1,316	t = 2,78 p < 0,009
AKTYWNI	1,12-6,39	2,057	1,159	1,06-7,01	2,603	1,517	t = 3,39 p < 0,0019
istotność statystyczna	t = 0,96; p > 0,340			t = 0,708; p > 0,481			
GRUPA	Prędkość COP – płaszczyzna podparcia pochylona do tyłu						
	oczy otwarte			oczy zamknięte			t/p
	min-max	x	s	min-max	x	s	
NIEAKTYWNI	0,94-4,27	1,958	0,653	0,99-7,78	2,304	1,299	t = 2,63 p < 0,0129
AKTYWNI	1,17-5,09	2,027	0,875	1,02-5,76	2,487	1,25	t = 4,71 p < 0,00005
istotność statystyczna	t = 0,369; p > 0,713			t = 0,579; p > 0,565			
GRUPA	Prędkość COP – płaszczyzna podparcia pochylona w lewo						
	oczy otwarte			oczy zamknięte			t/p
	min-max	x	s	min-max	X	s	
NIEAKTYWNI	0,97-4,46	1,868	0,743	0,98-7,89	2,294	1,343	t = 3,277 p < 0,002
AKTYWNI	0,94-6,45	2,063	1,238	0,97-4,57	2,107	0,931	t = 0,393 p > 0,697
istotność statystyczna	t = 0,789; p > 0,432			t = 0,647; p > 0,519			
GRUPA	Prędkość COP – płaszczyzna podparcia pochylona w prawo						
	oczy otwarte			oczy zamknięte			t/p
	min-max	x	s	min-max	x	s	
NIEAKTYWNI	0,86-4,75	1,844	0,783	0,84-5,07	2,012	0,931	t = 2,189 p < 0,035
AKTYWNI	1,05-5,01	2,04	0,91	0,99-5,74	2,23	1,168	t = 2,697 p < 0,011
istotność statystyczna	t = 0,936; p > 0,353			t = 0,842; p > 0,402			

Na poziomym podłożu i przy oczach otwartych podobnie do poprzednich przedstawiały się wyniki dotyczące wielkości powierzchni elipsy pola wychwiał. Pozbawienie badanych kontroli wzrokowej przyniosło jednak tylko nieznaczne i nieistotne zwiększenie się wielkości tego pola. Wyraźnemu zwiększeniu uległy natomiast te wielkości po pochyleniu platformy w każdym z tych kierunków. Wyłączenie kontroli wzrokowej na pochylej platformie powodowało na ogół zwiększenie wielkości tego pola, lecz najwyraźniejsze różnice od-

notowano wówczas, gdy platforma pochylona była ku przodowi (tab. 5).

Charakterystycznie przedstawiały się wyniki dotyczące wielkości marginesu bezpieczeństwa. W wyprostowanej pozycji stojącej margines ten z każdej strony był w obu grupach zbliżony. Wprawdzie wychylenia tułowia w każdym kierunku powodowały zawsze znaczące zawężenie tego marginesu, ale w każdym kierunku (a zwłaszcza po bokach) pozostawał on nadal dość duży (tab. 6).

Tab. 5. Wielkość powierzchni elipsy pola wychwiał (cm²) na płaszczyźnie podparcia pochylonej w 4 podstawowych kierunkach – z kontrolą wzrokową i po jej wyłączeniu, w aspekcie codziennej aktywności ruchowej seniorów

Tab. 5. Average sway area (cm²) standing position on platform inclined in four basic directions between trial with open and closed eyes in terms of physical activity

GRUPA	Powierzchnia pola – płaszczyzna pochylona do przodu						
	oczy otwarte			oczy zamknięte			t/p
	min-max	x	s	min-max	x	s	
NIEAKTYWNI	0,49-5,14	1,837	0,987	0,22-7,33	2,382	1,711	t = 2,146 p < 0,039
AKTYWNI	0,41-19,06	2,311	3,338	0,47-42-88	4,347	7,959	t = 2,348 p < 0,025
istotność statystyczna	t = 0,803; p > 0,425			t = 1,405; p > 0,165			
GRUPA	Powierzchnia pola – płaszczyzna pochylona do tyłu						
	oczy otwarte			oczy zamknięte			t/p
	min-max	x	s	min-max	x	s	
NIEAKTYWNI	0,50-5,98	2,18	1,24	0,48-9,51	2,524	1,892	t = 1,545 p > 0,132
AKTYWNI	0,72-17,97	3,108	3,289	0,55-34,31	4,173	6,142	t = 1,937 p > 0,062
istotność statystyczna	t = 1,542; p > 0,128			t = 1,492; p < 0,1408			
GRUPA	Powierzchnia pola – płaszczyzna pochylona w lewo						
	oczy otwarte			oczy zamknięte			t/p
	min-max	x	s	min-max	x	s	
NIEAKTYWNI	0,47-11,21	2,323	1,922	0,45-8,80	2,929	2,240	t = 2,373 p < 0,023
AKTYWNI	0,43-39,51	4,38	7,119	0,40-22,44	3,812	5,260	t = 0,777 p > 0,443
istotność statystyczna	t = 1,644; p > 0,105			t = 0,905; p > 0,369			
GRUPA	Powierzchnia pola – płaszczyzna pochylona w prawo						
	oczy otwarte			oczy zamknięte			t/p
	min-max	x	s	min-max	X	s	
NIEAKTYWNI	0,51-6,16	2,255	1,349	0,17-7,15	2,238	1,459	t = 0,012 p > 0,99
AKTYWNI	0,70-10,22	3,245	2,534	0,17-7,15	3,451	4,261	t = 0,449 p > 0,657
istotność statystyczna	t = 1,983; p > 0,0518			t = 1,814; p > 0,074			

Tab. 6. Średnie arytmetyczne (x), odchylenia standardowe (s) i stopień istotności różnic (t/p) wielkości marginesu bezpieczeństwa (w cm) między próbą w pozycji stojącej wyprostowanej a próbami z różnokierunkowymi wychyleńiami ciała, z uwzględnieniem codziennej aktywności ruchowej badanych

Tab. 6. Arithmetic average (x), standard deviation (s) and significance level (t/p) of value margin of stability (cm²) between trial in standing position on platform in straight position and trials with the deflection of the body in different directions in terms of physical activity

MARGINES BEZPIECZEŃSTWA			GRUPY			
			NIEAKTYWNI		AKTYWNI	
			Wychylenie tułowia	Tułów prosto	Wychylenie tułowia	Tułów prosto
WYCHYLENIE TUŁOWIA	do przodu / margines z przodu	X	3,91	4,54	3,75	4,25
		S	1,25	1,10	1,28	1,18
		t / p	t = 4,67; p < 0,00004		t = 3,05; p < 0,0047	
	do tyłu / margines z tyłu	X	3,31	3,54	3,22	3,56
		S	1,22	0,73	1,06	1,10
		t / p	t = 1,93; p > 0,0620		t = 3,35; p < 0,0021	
	w lewo / margines od lewej	X	4,83	5,33	4,63	5,48
		S	1,01	1,05	1,51	1,57
		t / p	t = 6,42; p < 0,0001		t = 7,60; p < 0,00001	
	w prawo / margines od prawej	X	4,13	5,50	3,58	5,05
		S	1,32	1,32	1,69	1,45
		t / p	t = 4,41; p < 0,00012		t = 5,70; p < 0,000004	

Porównania międzygrupowe nie przyniosły w pełni jednoznacznych rezultatów, gdyż grupy badanych o różnym stopniu aktywności fizycznej różniły się tylko niektórymi parametrami. Długość ścieżki rzutu COP przy oczach otwartych nie była czynnikiem różnicującym obie grupy – zarówno na poziomie usytuowanym, jak i pochylonym podłożu (wszystkie t dające $p > 0,05$). Wyłączenie kontroli wzrokowej spowodowało natomiast wyraźniejsze wydłużenie ścieżki w grupie „aktywnych”, ale tylko wówczas, gdy podłoże pochylone było ku przodowi, bądź ku tyłowi ($t = 2,61$ i $2,71$; oba $p < 0,014$). Podobnie kształtowały się wyniki dotyczące prędkości COP i wielkości elipsy pola wychwiał. I w tym przypadku na poziomie ustawionej platformie parametry te nie różnicowały obu grup. Wyraźnych różnic międzygrupowych nie stwierdzono też dla prędkości COP we wszystkich pochyleniach podłoża (wszystkie $p > 0,05$). Pod względem wielkości pola wychwiał zarysowała się wprawdzie tendencja do wyraźniejszego zwiększania się tego pola u „aktywnych” na pochylonym w każdym kierunku podłożu, jednakże różnice te były na granicy istotności (wszystkie $p > 0,07$). Nie stwierdzono też znaczących międzygrupowych różnic wielkości marginesu bezpieczeństwa – zarówno w wyprostowanej pozycji stojącej, jak i podczas różnokierunkowych prób pochylania tułowia (wszystkie $p > 0,1$).

Dyskusja

Dla populacji osób w podeszłym wieku obniżanie się poziomu sprawności jest zjawiskiem normalnym, ale jego stopień i tempo są zróżnicowane. Zależy to nie tylko od wcześniejszego poziomu sprawności i przebiegu procesów inwolucyjnych poszczególnych osób, ale i od przebytych oraz aktualnych schorzeń i ich skutków [6,7,8]. W związku z zagrożeniem upadkami szczególną uwagę zwraca się na narastające z wiekiem upośledzenie sprawności regulacji równowagi ciała. Równowaga należy jednak do koordynacyjnych zdolności motorycznych, a te są dość specyficzne, dlatego ich poziom w populacji jest wielce zróżnicowany. Mamy tu bowiem do czynienia ze sterowaniem ciągłym, wobec czego konieczne jest sprawne funkcjonowanie systemu odbierającego bodźce (zwłaszcza proprioceptywnego) oraz układu mięśniowego, który musi szybko reagować na każde zaburzenie równowagi i na bieżąco zabezpieczać zrównoważony układ ciała. Ważne jest również to, że proces kształtowania koordynacji kończy się stosunkowo wcześnie (w trzeciej dekadzie życia), a później można jej poziom tylko podtrzymywać [15]. Truizmem poniekąd jest stwierdzenie, że dla podtrzymywania sprawności niezbędna jest odpowiednia aktywność ruchowa. Wprawdzie dla sprawnego utrzymywania równowagi niezbędne jest właściwe funkcjonowanie całego systemu na poziomie każdego segmentu ruchowego,

ale największą rolę przypisuje się tutaj tzw. strategiom – stawu skokowego i błędnika. Ważna jest też kontrola wzrokowa, ułatwiająca orientację przestrzenną i właściwą reakcję na widoczne zagrożenia [8,14,16,17].

W procesie starzenia dochodzi m.in. do spowolnienia ruchowego i zaburzeń propriocepcji. Zaburzenia ze strony błędnika czy schorzenia mózdzku też nie należą do rzadkich u osób w tym wieku [6,8,16]. Alternatywą stają się więc reakcje wzrokowe, ale – niestety – upośledzenie percepcji wzrokowej też charakteryzuje omawianą grupę wiekową. Dlatego niezbędne wydaje się być poszukiwanie sposobów skompensowania tych niedostatków.

Interpretacja wyników badań stabilometrycznych nie należy do łatwych [18]. Analizując sprawność regulacji równowagi oczekuje się, by system tej regulacji szybko reagował na każde zaburzenie równowagi (wychwianie), by reakcja ta nie była niepotrzebnie zbyt wielka. Stąd też duża prędkość poruszającego się COP, mała amplituda wychwiał (krótka ścieżka i małe pole) mogą wskazywać na lepszą sprawność regulacji równowagi. Pochylenie płaszczyzny podparcia pozwala przy tym określić udział w tym procesie receptorów zlokalizowanych w okolicy stawu skokowego, a włączanie i wyłączanie kontroli wzrokowej udział telereceptora wzroku. Ta pierwsza jest o tyle ważna, że w życiu codziennym, podczas chodu, trzeba sprawnie reagować na wszelkie nierówności podłoża, by ustrzec się przed ewentualnym upadkiem.

W tym kontekście uzyskane wyniki pokazały, że na poziomie usytuowanym podłożu już samo wyłączenie kontroli wzrokowej powoduje wydłużenie ścieżki wychwiał kompensowane zwiększeniem prędkości przemieszczania się COP. Pokazały one przy okazji, że nawet w niezagrożonej sytuacji posturalnej kontrola wzrokowa odgrywa sporą rolę. Różnokierunkowe pochylenia płaszczyzny podparcia ujawniły z kolei, że przy oczach otwartych pochycenie podłoża nie ma większego wpływu na długość ścieżki, natomiast przy oczach zamkniętych u części osób pochycenie te powodują znaczące jej wydłużenie. Zjawisko to dotyczyło jednak tylko osób bardziej aktywnych ruchowo i sytuacji, w której platforma była pochylona w płaszczyźnie strzałkowej. To ostatnie może przemawiać za tym, że sytuacja taka wymusza niejako wspomnianą powyżej strategię stawów skokowych.

Dobrym miernikiem okazała się też prędkość przemieszczeń COP. Po pochyceniu podłoża w każdym kierunku po wyłączeniu kontroli wzrokowej prędkość ta zawsze rosła, co może świadczyć o dobrej jeszcze reaktywności badanych. Analiza wielkości pola elipsy wychwiał nie przyniosła natomiast żadnych specyficznych rezultatów.

Ostatnim analizowanym elementem była wielkość marginesu bezpieczeństwa podczas różnokierunkowych wychyleń tułowia. Oczywiście jest, że wychylenie tułowia w jakimś kierunku musi spowodować prze-

mieszczanie się COP w kierunku odpowiedniej granicy płaszczyzny podparcia. Zmniejszanie się marginesu bezpieczeństwa było wprawdzie istotne, ale w każdej sytuacji pozostawał on zawsze znaczący. Badani na ogół nie byli w stanie „wykorzystać” całej płaszczyzny podparcia. Być może powodem tego była znamienna dla osób w tym wieku obawa przed upadkiem.

Badania stabilometryczne osób starszych są obecnie dość popularne. Wskazują one na rosnący deficyt stabilności ciała wraz z wiekiem obrazując to ograniczeniem zakresu wykonywanych ruchów w tym wychylania tułowia w pozycji stojącej, szczególnie w kierunku do tyłu [13,14]. Typową strategię spowolnienia ruchowego, tak często stosowaną przez seniorów w celu ułatwienia utrzymania równowagi ciała, obserwować można na stabilogramie w postaci zmniejszenia się szybkości przemieszczającego się środka ciężkości ciała na płaszczyźnie podparcia szczególnie w sytuacji wykonywania świadomych czynności ruchowych [14]. Znaczące zwiększenie amplitudy oscylacji środka ciężkości obrazuje wg Błaszczyka wzrost drżenia mięśni w procesie starzenia się. U seniorów ze zwiększonym deficytem stabilności, którzy doświadczyli incydentu upadku Melzer i wsp. zaobserwowali wzrost wychwiał rzutu środka ciężkości na płaszczyźnie podparcia szczególnie podczas utrzymywania postawy stojącej ze stopami złączonymi [19]. Badania stabilometryczne umożliwiają również identyfikację stopnia zagrożenia upadkiem na podstawie wydłużającej się ścieżki rzutu środka ciężkości ciała [13,19]. Coraz częściej polecane są one jako obiektywne źródło wiedzy na temat umiejętności kontroli stabilności ciała [18,20]. Wykorzystywane są niejednokrotnie w celu identyfikacji stopnia zagrożenia upadkiem [19,21].

Próba powiązania uzyskanych wyników z poziomem aktualnej aktywności ruchowej badanych nie przyniosła w pełni jednoznacznych rozstrzygnięć. Seniorzy bardziej aktywni przeważnie wykazywali większą wrażliwość na zmiany sytuacji posturalnych, niż ci o niższym poziomie codziennej aktywności ruchowej. Wydłużenie drogi COP u osób mniej aktywnych na pochylonej platformie z wyłączeniem kontroli wzrokowej może przemawiać za tym, że niedostatki propriocepcji są u nich kompensowane kontrolą wzrokową, co może utrudniać im egzystowanie przy ograniczeniu odbioru informacji telereceptywnej np. w ciemności. Wprawdzie wyniki nie były statystycznie istotne, ale ujawniły, że mniej aktywne osoby starsze bardziej bojaźliwie zmieniają układ ciała, przez co nieco gorzej wykorzystują płaszczyznę podparcia podczas przenoszenia środka ciężkości ciała.

Brak wyraźnego różnicowania wyników osób mniej lub bardziej aktywnych ruchowo może mieć podwójne uzasadnienie. Po pierwsze, aktualna aktywność ruchowa w tym wieku nie ma już żadnego wpływu na kształtowanie zdolności koordynacyjnych, a procesy inwolucyjne

zmniejszają sprawność ogólną. Z tym może wiązać się drugie uzasadnienie. Jak już wspomniano, dla podtrzymywania sprawności niezbędna jest odpowiednia aktywność ruchowa. Być może aktywność ruchowa seniorów, pod postacią samodzielnego wykonywania czynności życia codziennego w środowisku domowym i poza nim, była ilościowo i jakościowo niewystarczająca dla utrzymania należytego poziomu sprawności. Z tego też powodu coraz powszechniej wdrażane są specjalne programy profilaktyczno-terapeutyczne ukierunkowane na podtrzymywanie sprawności osób starszych, a pośrednio też na zmniejszenie ryzyka zagrożenia upadkami [5,8,22,23].

Informacje dostarczane dzięki platformom stabilometrycznym stanowią cenne źródło wiedzy na temat aktualnej sprawności regulacji stabilności ciała badanych. Wykorzystując tę wiedzę do programowania terapii jak również samej profilaktyki możliwe staje się dokładne zaplanowanie konkretnych składowych procesu rehabilitacji i ukierunkowanie poszczególnych jego elementów uwzględniając słabe ogniwa sprawności seniora. Analizując poszczególne składowe danych uzyskiwanych dzięki stabilometrii możliwe staje się nakierowanie rehabilitacji na stymulację i doskonalenie poszczególnych elementów najważniejszych obszarów kontroli posturalnej. Nawiązując do różnorodnych sytuacji życia codziennego uzasadniona jest kontrola i doskonalenie propriocepcji np. na podłożu o różnym stopniu niestabilności czy też nachylenia płaszczyzny podparcia. Wykorzystywanie stabilometrii podczas kontroli i doskonalenia szybkości reakcji to jeden z kolejnych ważnych elementów, na który warto zwrócić uwagę podczas pracy z pacjentem. Możliwość atrakcyjnych, a zarazem bezpiecznych ćwiczeń wykorzystujących sprzężenie zwrotne w postaci obserwacji monitora czy też odbioru sygnałów dźwiękowych stanowią dodatkową motywację do ćwiczeń jednocześnie podnosząc ich efektywność.

Wnioski

1. Podczas regulacji stabilności ciała seniorzy mało aktywni ruchowo w większym zakresie opierają się na bodźcach wzrokowych niż propriocepcji.
2. Osoby starsze mniej aktywne ruchowo wykazują pogorszenie stabilności ciała szczególnie w kierunku tylnym.
3. Aktywność ruchowa związana jedynie z samodzielnym funkcjonowaniem w środowisku domowym może nie stanowić wystarczającego bodźca podtrzymującego sprawność osób w wieku podeszłym.

Piśmiennictwo

1. Thornby MA. Balance and falls in the frail older person: a review of the literature. *Topics in Geriatric Rehabilitation* 1995; 11(2): 35–43.
2. Marchewka A, Filar – Mierzwa K, Teległów A. Właściwości reologiczne krwi a wysiłek fizyczny w procesie starzenia się. *Rehabilitacja Medyczna* 2009; 13(1): 29–32.
3. Żak M. Ocena wyników rehabilitacji u pacjentów geriatrycznych zagrożonych upadkiem. *Gerontologia* 2004; 12(4): 182–186.
4. Taaffe DR, Marcus R. Musculoskeletal health and the older adult. *Journal of Rehabilitation Research and Development* 2000; 37(2): 245–254.
5. Żak M. Ocena ryzyka upadków u osób starszych i możliwości prewencji. *Gerontologia* 2000; 8(3): 18–21.
6. Pruszyński JJ, Kuczerowska A. Upadki. *Gerontologia* 2004; 12(4): 177–181.
7. Biercewicz M, Kędziora-Kornatowska K, Ślusarz R. Specyfika problemów zdrowotnych pacjentów w starszym wieku. *Ann Acad Med Siles* 2005; 59(5): 349–353.
8. Czerwiński E, Borowy P, Jasiak B. Współczesne zasady zapobiegania upadkom z wykorzystaniem rehabilitacji. *Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja* 2006; 4(6): 380–387.
9. Czerwiński E, Białoszewski D, Borowy P, Kumorek A, Białoszewski A. Epidemiologia, znaczenie kliniczne oraz koszty i profilaktyka upadków u osób starszych. *Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja* 2008; 5(6): 419–428.
10. Cukras Z, Prączko K, Kostka T, Jegier A. Aktywność ruchowa osób starszych poddanych całkowitej protezoplastyce stawu biodrowego. *Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja* 2007; 3(6): 286–296.
11. Gross L, Sallis D, Fetal J. Reliability of interviews using the 7 – Day Physical Activity Recall. *Res Exerc Sport* 1990; 61: 321–325.
12. Skalska A, Walczewska J, Ocetkiewicz T. Wiek, płeć i aktywność fizyczna osób zgłaszających upadki oraz okoliczności ich występowania. *Rehabilitacja Medyczna* 2003; 7(3): 49–53.
13. Famuła A, Nowotny–Czupryna O, Brzęk A, Nowotny J, Kita B. Telereceptywna i prioprioceptywna sprawność regulacji równowagi a stabilność ciała u osób starszych. *Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja* 2008; 4(6): 384–395.
14. Błaszczyk JW, Czerwosz L. Stabilność posturalna w procesie starzenia. *Gerontologia Polska* 2005; 13(1): 25–36.
15. Nowotny J, red. *Podstawy fizjoterapii*. IV wyd. Kraków: Kasper; 2004.
16. Shaffer SW, Harrison AL. Aging of the somatosensory system: A translation perspective. *Physical Therapy* 2007; 87(2): 193–207.
17. Horak FB. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age and ageing* 2006; 35–S2: ii7 – ii11.
18. Chiari L, Rocchi L, Cappello A. Stabilometric parameters are affected by anthropometry and foot placement. *Clinical Biomechanics* 2002; 17: 666–677.
19. Melzer I, Benjuya N, Kaplanski J. Postural stability in the elderly: a comparison between fallers and non-fallers. *Age and ageing* 2004; 33(6): 602–607.
20. Kelly VE, Schragger MA, Price R, Ferrucci L, Shumway-Cook A. Age-Associated Effects of a Concurrent Cognitive Task on Gait Speed and Stability During Narrow-Base Walking. *Journal of Gerontology* 2008; 63A (12): 1329–1334.
21. Van Iersel MB, Kessels RPC, Bloem BR, Verbeek ALM, Olde Rikkert MGM. Executive Functions Are Associated With Gait and Balance in Community-Living Elderly People. *Journal of Gerontology* 2008; 63A (12): 1344–1349.
22. Costello E, Edelstein JE. Update on falls prevention for community – dwelling older adults: Review of single and multifactorial intervention programs. *Journal of Rehabilitation Research & Development* 2008; 45(8): 1135–1152.
23. Kuncewicz E, Gajewska E, Sobieska M, Samborski W. Istotne problemy rehabilitacji geriatrycznej. *Geriatrics Polska* 2006; 2: 136–140.