
ANNALES
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWSKA
LUBLIN - POLONIA

VOL.LX, SUPPL. XVI, 50

SECTIO D

2005

- * Zakład Fizjoterapii w Neuro-Traumatologii, AWF Wrocław Wydział Fizjoterapii
** Zakład Fizjoterapii w Chorobach Wewnętrznych, AWF Wrocław Wydział Fizjoterapii
*** Katedra Gimnastyki, AWF Wrocław Wydział Wychowania Fizycznego

DAGMARA CHAMELA-BILIŃSKA *, JOANNA SZCZEPAŃSKA **,
MICHAŁ KUCZYŃSKI ***

Stability of quiet standing in subjects with cognitive impairment

Stabilność postawy stojącej u osób z deficytem poznawczym

Jednym z poważnych problemów zdrowotnych osób w podeszłym wieku są upadki i związane z nimi powikłania, które mogą stanowić bezpośrednie zagrożenie życia osoby starszej, znacznie podnoszą koszty opieki medycznej i socjalnej, a także są przyczyną trwałego pogorszenia jakości życia tych osób (utrata sprawności, przewlekły ból, lęk przed kolejnymi upadkami). W związku z tym ważnym zadaniem badawczym jest poszukiwanie czynników ryzyka, które predysponują osoby w podeszłym wieku do upadków, aby zawczasu wyselekcjonować osoby najbardziej zagrożone i poddać je odpowiednim programom treningowym mającym na celu zmniejszenie zagrożenia upadkiem.

Tradycyjnie, jako główne czynniki ryzyka upadku, wymienia się przede wszystkim ubytki motoryczne i psychomotoryczne towarzyszące procesom starzenia się organizmu (spadek siły mięśniowej, spowolnienie czasu reakcji, pogorszenie zdolności koordynacyjnych). Niektórzy autorzy zwracają uwagę na znaczenie zaburzeń poznawczych (cognitive impairment - CI) towarzyszących procesom starzenia się organizmu, wskazując wyraźny związek pomiędzy ryzykiem wystąpienia upadku, a statusem intelektualnym pacjenta. Jest to ważne tym bardziej, że osoby z deficytem poznawczym stanowią w zależności od przedziału wiekowego od 10% do 40% populacji osób starszych. Pomimo dowodów epidemiologicznych potwierdzających istnienie związku CI z ryzykiem wystąpienia upadku nasza wiedza na ten temat jest nadal niewystarczająca.

Stabilografia jest obiektywną i powszechnie stosowaną metodą oceny stabilności układu równowagi na podstawie badania właściwości sygnału przemieszczenia punktu przyłożenia wypadkowej siły reakcji podłoża (COP - centre of pressure) podczas stania na platformie sił. Pokazano wielokrotnie, że miary COP mogą wykazywać istotne związki z podatnością osób starszych na upadki [7]. Niestety, tylko nieliczni autorzy przeprowadzili podobne badania z udziałem osób z deficytem poznawczym, a uzyskane dane nie są jednoznaczne [1,5]. Istniejące rozbieżności utrudniają prawidłową ocenę zagrożenia upadkami w tej grupie i inspirują do dalszej analizy z zastosowaniem odpowiednich narzędzi badawczych.

Zaproponowana ostatnio metoda, oceny stabilności procesu utrzymywania równowagi za pomocą modelowania lepko-sprężystego (LS) postawy stojącej [6], wydaje się oferować potencjalnie duże możliwości. W przeciwieństwie do metod stabilografii tradycyjnej, której miary COP służą jedynie do oceny objawów niestabilności, parametry LS pozwalają na znalezienie związku przyczynowego pomiędzy deficytem stabilności a aktywnością układu nerwowego (UN). Dotychczasowe wyniki uzyskane za pomocą metody modelowania LS pozwalają na postawienie hipotezy, że problemy motoryczne osób z demencją rozpoznane w innych pracach, jak trudności z szybkim odzyskaniem równowagi po destabilizacji oraz niedostatek technik kompensacyjnych [5], ujawnią się w wartościach miar rozrzutu COP oraz parametrach LS otrzymanych w prostych próbach stania swobodnego. Przypuszczamy również, że wyniki te umożliwią nam ocenę prawidłowości stosowanych strategii posturalnych i posłużą za podstawę do zalecenia odpowiedniej rehabilitacji.

MATERIAŁ I METODY

42 osoby, wiek $71,5 \pm 7,4$ (50-88); wzrost $162,3 \pm 8,0$; masa $68,6 \pm 12,7$; MMSE $24,2 \pm 4,7$ (11-30). W celu oceny stanu funkcji poznawczych zastosowano Mini Mental State Examination (MMSE), gdzie wynik pomiędzy 30-27 oznacza brak zaburzeń poznawczych, 26-24 zaburzenia poznawcze bez otępienia, 23-19 otępienie lekkiego stopnia, 18-11 otępienie średnio zaawansowane, 10-0 otępienie głębokie. Wszystkie osoby, które wzięły udział w projekcie badawczym zgłosiły się do Poradni Leczenia Zaburzeń Pamięci na przesiewowe badania funkcji poznawczych. W badaniach skryningowych wzięło udział 964 osoby, z pośród których losowo wyłoniono grupę 42 osób, które następnie poddano badaniom stabilograficznym. Nikt z uczestników nie cierpiał na schorzenia mające związek z pogorszoną równowagą. Badania zaakceptowane zostały przez Komisję Bioetyki WWF i F Politechniki Opolskiej a wszystkie osoby wyraziły pisemną zgodę na udział.

Eksperyment polegał na dwóch próbach stania swobodnego (z oczami otwartymi a następnie zamkniętymi) przez 32 sekundy na platformie stabilograficznej. Podczas prób rejestrowano sygnał COP w płaszczyźnie strzałkowej (PS) i czołowej (PC) z częstotliwością 20 Hz. Sygnał COP wykorzystano do obliczenia tradycyjnych miar jego rozrzutu: odchylenia standardowego, zakresu oraz średniej prędkości. Wartości parametrów LS (częstotliwość, sztywność, lepkość i tłumienie) obliczono na podstawie metody przedstawionej szczegółowo przez Kuczyńskiego [6]. Do porównania wartości miar w obu próbach i płaszczyznach zastosowano analizę wariancji (Anova) z powtórzeniami oraz test post-hoc Tukey'a (STATISTICA 6,0). Do badania związków pomiędzy parametrami użyto korelacji Persony, przyjmując $p < 0,05$. Obliczenia przeprowadzono dla wszystkich uczestników łącznie a następnie powtórzono je dla dwóch podgrup: osób o MMSE > 26 (N=17) oraz osób pozostałych (N=25).

WYNIKI

Ponieważ różnice pomiędzy miarami COP dla obu badanych grup były bardzo niewielkie, łączne statystyki opisowe dla wszystkich osób badanych podano w Tabeli 1. Analiza związków pomiędzy parametrami LS ujawniła silne zależności pomiędzy tłumieniem w PC a miarami rozrzutu COP. Przy oczach zamkniętych tłumienie korelowało ujemnie ze wszystkimi miarami COP (w PS i PC) przyjmując wartości od -0,40 do -0,67. Przy oczach otwartych tłumienie w PC korelowało z prędkością średnią w PC ($r = -0,55$) i w PS ($r = -0,35$) oraz z zakresem w PC ($r = -0,38$).

Częstotliwość i sztywność posturalna były mniejsze w PC niż w PS oraz mniejsze w próbie z oczami otwartymi w porównaniu do próby z oczami zamkniętymi (we wszystkich przypadkach $p < 0,001$).

Tab. 1. Statystyki opisowe (średnia \pm S.D, N=42) parametrów lepko-sprężystych oraz miar zmienności sygnałów przemieszczenia punktu przyłożenia wypadkowej sił reakcji podłoża

Płaszczyzna	Strzałkowa		Czołowa	
	otwarte	zamknięte	otwarte	zamknięte
Oczy				
Częstotliwość [Hz]	$0,62 \pm 0,13$	$0,74 \pm 0,16^{**}$	$0,56 \pm 0,13$	$0,59 \pm 0,20$
Sztywność [Nm/rad]	1055 ± 567	$1424 \pm 869^{**}$	878 ± 381	1044 ± 480
Lepkość [Nms/rad]	150 ± 77	138 ± 71	143 ± 83	153 ± 77
Tłumienie	$0,32 \pm 0,15$	$0,25 \pm 0,08^*$	$0,34 \pm 0,20$	$0,35 \pm 0,19$
Zakres [mm]	$17,9 \pm 6,1$	$22,2 \pm 11,3^{**}$	$13,2 \pm 6,0$	$13,3 \pm 7,4$
Odch. stand. [mm]	$3,7 \pm 1,4$	$4,2 \pm 2,1$	$2,5 \pm 1,3$	$2,5 \pm 1,3$
Prędkość śr. [mm/s]	$6,4 \pm 2,7$	$9,8 \pm 5,8^{**}$	$4,5 \pm 2,0$	$5,1 \pm 2,0$

* $p < 0,005$; ** $p < 0,0005$

DYSKUSJA

Wszystkie miary rozrzutu COP podczas stania z oczami otwartymi osób z CI mają bardzo niewielkie wartości, zbliżone lub nawet mniejsze od podobnych wyników u osób młodych [9]. Jest to sprzeczne z obserwacjami większości autorów, wskazujących na pogarszanie się miar COP (ich wzrost) w wyniku starzenia się, spowodowane zmniejszającą się z wiekiem dokładnością procesu identyfikacji bodźców (percepcji i dekodowania), szybkością ich przetwarzania i integracji oraz spowolnionym procesem decyzyjnym powoływania odpowiednich synergii motorycznych. Biorąc pod uwagę udokumentowane podwyższone ryzyko upadków u osób z CI [3] trzeba stwierdzić, że wyniki te wyłamują się z przyjętego schematu: im większy rozrzut COP, tym większe zagrożenie upadkiem. Pozorna stabilność postawy stojącej w badanej grupie, widoczna w niskich wartościach miar zmienności COP, ewidentnie maskuje rzeczywistość niesprawności ich układu równowagi.

Jakie procesy fizjologiczne lub patofizjologiczne mogły doprowadzić do tych wyników? Wydaje się, że największe znaczenie mają zaobserwowane u badanych osób istotne związki pomiędzy miarami rozrzutu COP, a właściwościami tłumiącymi sygnału korekcyjnego. Korelacje tych zmiennych u ludzi młodych i zdrowych są niewielkie, co interpretuje się jako optymalny stan ich umiejętności równoważnych [6]. W przypadku osób z zaburzeniami poznawczymi, lepkość i tłumienie posturalne, głównie w PC, wykazuje silne ujemne związki z tradycyjnymi miarami rozrzutu COP, sugerując wykorzystanie biernych własności mięśni [6] oraz najprostszych odruchów monosynaptycznych w regulacji postawy [2].

Ta strategia utrzymywania równowagi przez osoby z CI przypomina odpowiednie strategie posturalne opisane u dzieci w wieku 4 do 5 lat, u których wzrost właściwości tłumiących towarzyszył spadkowi rozrzutu COP [6]. Jednak u dzieci mechanizm ten został zaobserwowany jedynie w analizie korelacyjnej odpowiednich zmiennych, przy wartościach tłumienia zbliżonych do normy (0,20 – 0,25). Natomiast osoby z CI wykazują bardzo wysokie tłumienie posturalne, przekraczające 0,30. Takie wartości tłumienia mogą stanowić poważne ograniczenie w generowaniu sygnału korekcyjnego, którego oscylacyjny charakter ma istotne znaczenie w monitorowaniu stanu zagrożenia pozycji stojącej [4].

Ponadto, duża wartość tłumienia powoduje ograniczenie prędkości COP - ważnej miary stabilności procesu utrzymania równowagi, świadczącej także o aktywności UN w rekrutacji niezbędnych jednostek motorycznych. Niedawne badania EMG [8] ujawniły podwyższoną aktywność mięśni posturalnych u zdrowych starszych osób podczas stania swobodnego. Wydaje się, że zjawisko to jest fizjologicznie uzasadnione i podwyższony stan gotowości UN ludzi starszych jest im niezbędny do generowania prawidłowych reakcji posturalnych. Prędkość średnia COP u osób z CI (Tab.1) jest znacznie mniejsza od wartości zmierzonych u zdrowych starszych ludzi [9]. Wyniki te świadczą o możliwości występowania poważnego upośledzenia odruchów posturalnych u osób z CI [10]. Przejawia się ono najprawdopodobniej w obniżonej efektywności odruchów polisynaptycznych, które odgrywają ważną rolę w procesach kompensacji równowagi i we właściwym dostrajaniu reakcji posturalnych [2]. Związek tego deficytu z trudnościami w odzyskiwaniu równowagi oraz nieprawidłową kontrolą motoryczną potwierdzają inne badania [1,5].

Inną cechą charakterystyczną różniącą osoby z CI od typowej populacji ludzi starszych jest ich strategia posturalna podczas stania z oczami zamkniętymi (Tab. 1). U zdrowych osób w podeszłym wieku nie obserwuje się zazwyczaj żadnych zmian w wartościach parametrów LS po zamknięciu oczu [6], podczas gdy rozrzut COP powiększa się znacznie. Obecne wyjaśnienie tego zjawiska opiera się na założeniu, że zwiększona amplituda COP ułatwia zadanie monitorowania, zapewnia wystarczający margines stabilności i nie wymaga zastosowania dodatkowych strategii opartych o zwiększoną sztywność. U osób z CI obserwuje się zupełnie inny obraz. Zamknięcie oczu spowodowało wzrost sztywności posturalnej i częstotliwości, czyli przyjęcie strategii stosowanej zazwyczaj w warunkach poważnego zagrożenia stabilności postawy. Wybór tej strategii świadczy o bardzo dużym deficycie stabilności osób z CI i w połączeniu z pozostałymi wynikami sugeruje konieczność wprowadzania programów profilaktyki upadków u osób z CI w jak najwcześniejszym stadium zaburzeń.

PIŚMIENNICTWO

1. Brauer S.C. i wsp.: The interacting effects of cognitive demand and recovery of postural stability in balance- impairment elderly persons. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2001, 56A: 489-496.

2. Dietz V.: Human neuronal control of automatic functional movements: interaction between central programs and afferent input. *Physiological Reviews*. 1992, 72, 33-69.
3. Fuller G.F.: Falls in the elderly. *Am Fam Physician*. 2000, 5-61, 2159-68, 2173-4.
4. Gatev P. i wsp.: Feedforward ankle strategy of balance during quiet stance in adults. *J. Physiology*. 1999, 514, 915-928.
5. Hauer K. i wsp.: Cognitive impairment decreases postural control during dual task in geriatric patients with a history of severe falls. *J Am Geriatr Soc*. 2003, 51, 1638-1644.
6. Kuczyński M.: Model lepko-sprężysty w badaniach stabilności postawy człowieka. Praca habilitacyjna, *Studia i Monografie AWF Wrocław* 65. 2003.
7. Kuczyński M., Ostrowska B.: Understanding falls in osteoporosis: the viscoelastic modeling perspective. *Gait Posture*. 2005 [w druku].
8. Laughton C.A. i wsp.: Aging, muscle activity, and balance control: physiologic changes associated with balance impairment. *Gait Posture*. 2003, 18(2), 101-108.
9. Maszkowska B., Kuczyński M.: Zmiany stabilności postawy z wiekiem. [Praca nieopublikowana, wysłana na Konferencję „Promocja Zdrowia w Hierarchii Wartości” 2005].
10. Weiner W.J. i wsp.: Elderly inpatients: postural reflex impairment. *Neurology*. 1984, 34(7) 945-947.

STRESZCZENIE

Mechanizmy prowadzące do podwyższonego ryzyka upadków u osób z deficytem poznawczym są słabo zbadane. W celu oceny strategii posturalnych stosowanych przez te osoby, przeprowadzono pomiary sygnału wypadkowej reakcji podłoża (COP) podczas dwóch 32-sekundowych prób stania swobodnego (przy oczach otwartych i zamkniętych) u 42 badanych w wieku 50 do 88 lat (MMSE 11 do 30). Obliczono wartości parametrów tradycyjnych COP: odchylenie standardowe, zakres i średnią prędkość oraz lepko-sprężystych: sztywność, częstotliwość, lepkość i tłumienie. U osób z zaburzeniami poznawczymi ujawniono bardzo wysokie tłumienie, które ujemnie koreluje z miarami rozrzutu COP oraz niską częstotliwość w płaszczyźnie czołowej. Podczas próby stania z oczami zamkniętymi - znacznie zwiększoną sztywność, czego nie obserwuje się u zdrowych, starszych ludzi. Wyniki te wskazują na znacznie pogorszoną stabilność układu równowagi osób z Ci, nadmierne wykorzystywanie biernych właściwości mięśni do regulacji postawy oraz niedostateczną kompensację. Osoby z CI wymagają profilaktyki ukierunkowanej na zmniejszenie ryzyka upadków już od najwcześniejszych stadiów zaburzeń poznawczych.

SUMMARY

High propensity to fall in subjects with cognitive impairment (CI) is not well understood. To evaluate postural strategies in subjects with different level of CI, the COP was recorded in 42 subjects aged 50 to 88 years (MMSE 11 to 30) in two 32-second stances with eyes open (EO) and closed (EC). Traditional COP parameters were computed: RMS, range, and mean velocity as well as the viscoelastic (VE) properties of stance: frequency, stiffness, viscosity, and damping. Results indicated very high damping which negatively correlated with COP dispersion and low frontal frequency. In EC trials, subjects with CI, regardless their MMSE score, adopted high stiffness strategy, not seen in healthy elders. These results confirm poor stability of our subjects, their reliance on mainly passive properties of muscles, and difficulty in fine tuning of postural adjustments. Subject with CI require effective fall prevention program, preferably at the earliest stage of the cognitive impairment.