

Telereceptywna i proprioceptywna sprawność regulacji równowagi a stabilność ciała u osób starszych

Telereceptive and Proprioceptive Control of Balance vs. Body Stability in Elderly People

Anna Famuła^{1(A,B,C,D,F)}, Olga Nowotny-Czupryna^{1(A,F)}, Anna Brzęk^{1(C,F)},
Janusz Nowotny^{2(A,D,F)}, Beata Kita^{2(B,F)}

¹ Zakład Kinezylogii, Śląski Uniwersytet Medyczny, Katowice

² Katedra i Zakład Fizjoterapii, Śląski Uniwersytet Medyczny, Katowice

¹ Kinesiology Division, Silesian Medical University, Katowice

² Department and Division of Physiotherapy, Silesian Medical University, Katowice

STRESZCZENIE

Wstęp. U osób starszych poważnym problemem jest utrzymanie pełnej sprawności funkcjonalnej, w której jednym z głównych aspektów jest efektywna zdolność regulacji równowagi. Ocena i zdiagnozowanie najsłabszego ogniwa w procesie kontroli stabilności pozwala na objęcie prawidłowego kierunku wdrażania zabiegów profilaktycznych i usprawniania. Celem podjętych badań było określenie roli telereceptora wzrokowego i propriocepcji dla zachowania stabilności ciała u osób starszych.

Materiał i metody. U 43 osób powyżej 65 roku życia określano sprawność regulacji równowagi oraz stabilność podczas zmieniających się bodźców wpływających na tele- i propriocepcję zafałszowując przebieg pionu i poziomu jako punktu odniesienia oraz zmieniając usytuowanie podłoża w różnych kierunkach. Parametry stabilograficzne oceniano przy użyciu platformy AccuGait, a wyniki porównano z wynikami grupy kontrolnej 53 zdrowych osób poniżej 30 roku życia oraz opracowano statystycznie.

Wyniki. Główny wpływ na stabilność miały oddolne doznania proprioceptywne. Uzyskane wyniki wskazują na większe zagrożenie upadkiem u osób starszych, zwłaszcza podczas przemieszczeń ku tyłowi.

Wnioski. Zmiana przestrzennych punktów odniesienia oraz układu podłoża uruchamia mechanizmy regulacji równowagi. Sprawność tych mechanizmów w kontekście stabilności ciała jest mniejsza u osób starszych, co wskazuje na potrzebę wdrażania odpowiednich programów profilaktycznych w tej grupie osób.

Słowa kluczowe: osoby starsze, stabilność ciała, regulacja równowagi

SUMMARY

Background. Maintaining functional fitness is an important problem in elderly people. Effective balance control is one of its main aspects. Evaluation and diagnosis of the weakest link in balance control (especially in this age group) facilitates appropriate prevention and rehabilitation. The goal of this study was to determine the role of the optic telereceptor and proprioception in maintaining body stability of elderly people.

Material and methods. Balance control effectiveness and body stability was examined in 43 elderly people aged 65 and over by exposure to changing stimuli affecting tele- and proprioception. The participants were given false suggestions as to the vertical and horizontal planes of reference, and the position of the base was changed in different directions. Stabilographic parameters were acquired using an AccuGait platform. The results were compared with a control group of 53 healthy people under 30 years old. All study data were subjected to a statistical analysis.

Results. Proprioceptive impulsation coming from the base was the key factor in body balance control. The results show a higher risk of falls in elderly people, especially during backwards inclination.

Conclusions. Changing spatial points of reference and position of the base activate body balance regulation mechanisms. The efficiency of these mechanisms in maintaining body stability is lower among elderly people, which indicates a need to implement appropriate prophylactic programmes in this age group.

Key words: elderly people, body stability, balance control

WSTĘP

Pomimo braku jakiegokolwiek schorzenia manifestującego się dysfunkcją ruchową, wiele osób starszych w przypadkowych okolicznościach wymuszających nagle i nieoczekiwane zachowania równowagę traci równowagę ciała i upada, czego skutkiem są rozmaite, trudne do przewidzenia konsekwencje natury urazowej. Problem dodatkowo komplikuje się ze względu na występowanie schorzeń typowych w tej grupie wiekowej, co niejednokrotnie skłania do uwzględnienia tego podczas testów diagnostycznych oraz określania przyczyn zaburzeń kontroli stabilności [1,2]. Określenie źródła upośledzenia równowagi i stabilności, jako niezbędny warunek wyznaczania celu oraz weryfikacji postępowania terapeutycznego, jest jednym z podstawowych elementów pracy ze starszym pacjentem [3,4,5,]. Ważne i ciekawe wydaje się być też określanie strategii postępowania kompensującego ubytek funkcjonalny w sferze regulacji i kontroli stabilności, co może stanowić wartościowy element pracy z osobami w starszym wieku.

Utrzymywanie lub przywrócenie sprawności dającej nie tylko pewną samodzielność, ale i umiejętność szybkiego reagowania na czynniki destabilizujące jest jednym z głównych kierunków profilaktyki i terapii. Obiektywna ocena kontroli zdolności utrzymywania równowagi (stabilności ciała), szczególnie u osób starszych stanowi niezwykle cenną wskazówkę podczas obierania kierunku pracy z pacjentem w wieku podeszłym. Jedną z najbardziej obiektywnych metod diagnostycznych jest ocena stabilności ciała przy pomocy platformy stabilograficznej [6,7,8]. Dużą trudność stanowi jednak obniżona często sprawność ruchowa tych osób, co ukierunkowuje prace nad bezpiecznym i miarodajnym sposobem oceny równowagi i stabilności w tej grupie wiekowej. Ocena marginesu bezpieczeństwa stabilności między granicą płaszczyzny podarcia a granicznymi punktami różnokierunkowych wychyleń może być jednym z mierników sugerujących potrzebę wcześniejszej ingerencji pod postacią wdrożenia profilaktycznych ćwiczeń równoważnych oraz doskonalenia reakcji obronnych [9,10,11]. Próba określenia roli, jaką odgrywają w regulacji równowagi i stabilności telereceptory i proprioceptory z okolicy stawów skokowych może pomóc w określeniu kierunku ewentualnego postępowania terapeutycznego z pacjentem [12]. W tej grupie wiekowej niezwykle cenną wydaje się być również umiejętność radzenia sobie w nieprzewidzianych sytuacjach wymagających wykorzystania zdolności koordynacyjnych, a szczególnie zdolności utrzymywania równowagi.

BACKGROUND

In sudden and unexpected situations necessitating the maintenance of body balance many elderly people lose body stability and fall despite suffering from a condition manifesting itself as a motor dysfunction. The consequences are diverse and unpredictable injuries. The problem is additionally complicated by concomitant ailments that typically occur in this age group. All this should therefore be taken into consideration during diagnostic testing as well as when trying to identify the causes of stability control disorders [1,2]. Determination of the underlying cause of balance and stability impairment, a prerequisite for setting treatment goals and verifying the course of treatment, constitutes a basic element of the approach to the elderly patient [3,4,5]. Moreover, determining a strategy to compensate for functional impairment in stability control, which may constitute a significant element of work with elderly patients, also seems an important and interesting aspect.

Maintaining or restoring physical ability, which not only provides certain independence but also makes it possible to respond rapidly to destabilising factors, is one of the main directions of prevention and treatment. Objective assessment of the control of the ability to maintain balance (body stability), especially in elderly people, provides valuable information facilitating the choice of an appropriate method of work with an elderly patient. Assessment of body stability with the use of a stabilographic platform constitutes one of the most objective diagnostic methods [6,7,8]. However, the frequently reduced motor ability of the elderly poses a major problem, which is the reason why research on establishing safe and reliable techniques of balance and stability assessment in this age group is worthwhile. Evaluation of the stability safety margin between the boundary of the support plane and extremes of sway in different directions may suggest the necessity of early intervention through the implementation of prophylactic balance exercises as well as improvement of defence reactions [9,10,11]. An attempt to determine the role of telereceptors and proprioceptors in the region of the tarsal joints in balance and stability control may be helpful in the determination of future therapeutic management of a patient [12]. Moreover, the ability to cope with unexpected situations requiring the use of coordination abilities, the ability to maintain balance in particular, seems particularly useful in this age group.

The aim of this study was to determine the role of the optic teleceptor and proprioception in body stability of elderly people.

Celem badań była próba określenia roli telereceptora wzrokowego i propriocepcji dla zachowania stabilności ciała u osób starszych.

MATERIAŁ I METODY

Badaniami objęto 96 osób w dwóch grupach wiekowych. Pierwszą grupę stanowiły 43 osoby starsze w wieku od 65 do 82 lat ($x = 68,86; 4,3$), w tym 30 kobiet w wieku od 65 do 82 lat ($x = 69,73; 4,76$) oraz 13 mężczyzn w wieku od 65 do 73 lat ($x = 66,62; 2,17$). Druga grupa stanowiła grupę kontrolną, składającą się z 53 osób młodych w wieku od 21 do 33 lat ($x = 24,39; 3,5$), w tym 36 kobiet w wieku od 21 do 33 lat ($x = 23,77; 3,04$) oraz 17 mężczyzn w wieku od 21 do 33 lat ($x = 25,70; 4,11$). Wszyscy zostali zapoznani z metodyką i celem badań oraz wyrazili świadomą zgodę na udział w badaniach. We wstępnej fazie przeprowadzano wywiad – w celu określenia stanu zdrowia, doświadczeń badanego związanych z ewentualnymi upadkami (lub ich brakiem) oraz przejawianej aktywności ruchowej. Poziom aktywności ruchowej oceniano jako niski, średni lub wysoki na podstawie wywiadu, w którym pytano o szereg czynności wykonywanych w ciągu dnia w zróżnicowanym stopniu angażujących układ ruchu. Jako niską uznano aktywność ruchową, która oznaczała wysiłek fizyczny polegający na poruszaniu się po mieszkaniu w celu zaspokojenia potrzeb fizjologicznych lub podstawowych czynności porządkowych trwający nie dłużej niż 10 minut dziennie. Średnią aktywnością fizyczną nazwano czynności związane z poruszaniem się marszem w tempie średnim lub szybkim tzn. powodującym przyspieszenie akcji serca i / lub oddechu nawet w niewielkim zakresie, lecz zauważalnym dla badanego przynajmniej przez 15 minut dziennie (lub średnio – co drugi dzień) oraz aktywność ruchową trwającą przynajmniej 40 minut dziennie związaną z poruszaniem się, pracą lub rekreacją. Za wysoką aktywność fizyczną uznano taką aktywność, która wymagała znacznego zaangażowania ze strony układu ruchu, krążenia oraz oddechowego, podczas którego zauważalne było wyraźne przyspieszenie akcji serca i oddechu trwająca przynajmniej około 60 minut dziennie lub 90-120 minut średnio – co drugi dzień. Na podstawie wcześniejszego badania lekarskiego u osób tych wykluczono schorzenia otolaryngologiczne, ortopedyczne, jak i neurologiczne oraz znaczące dysfunkcje ze strony aparatu ruchu. Badani nie przyjmowali środków farmakologicznych mogących upośledzać zachowania równoważne. Z badań wyłączono również osoby z wadami wzroku, mogącymi znacząco zaburzać poczucie pionu i poziomu.

MATERIAL AND METHODS

The study enrolled 96 subjects in two age groups. The first group comprised 43 elderly persons aged 65-82 years ($x = 68.86 \pm 4.3$), including 30 women aged 65-82 ($x = 69.73 \pm 4.76$) and 13 men aged 65-73 ($x = 66.62 \pm 2.17$). The second group constituted the control group and comprised 53 young people aged 21-33 years ($x = 24.39 \pm 3.5$), including 36 women aged 21-33 ($x = 23.77 \pm 3.04$) and 17 men aged 21-33 ($x = 25.70 \pm 4.11$). All participants were informed about the methodology and goal of the study and gave informed consent to participate in the study. At baseline, histories were obtained to determine the participants' overall health, identify any history of falls (or no falls) as well as the level of motor activity. The subjects answered questions about a variety of daily activities which engage the motor system to different degrees; on this basis the level of motor activity was rated as low, moderate or high. Low motor activity was defined as physical exercise consisting in moving around the house in order to satisfy physiological needs or carry out basic housework for not more than 10 minutes a day. Moderate motor activity referred to activities connected with marching at a moderate or fast pace i.e. resulting in acceleration of the heart rate and/or breathing rate that could be only slight but was sensed by the subject for at least 15 minutes a day (or every second day on average) as well as motor activity lasting 40 minutes a day and connected with moving about, work or recreation. High motor activity was defined as being active for at least 60 minutes a day or 90-120 minutes every second day on average in a way which required remarkable involvement of the motor, circulatory and respiratory systems, and during which a significant acceleration of the heart rate and breathing rate was observed. A previous medical examination served to rule out ENT, orthopaedic and neurological conditions or significant motor system dysfunctions. The subjects were not receiving medication which could impair balance behaviour. Persons with visual defects which could significantly disturb vertical and horizontal balance were also excluded from the study.

Examinations of balance were performed with an AccuSwayPlus platform and Balance Clinic software (both manufactured by AMTI) to analyse and document the data.

During the initial test, the subjects assumed an upright position on the stabilometric platform with

Badania wykonywano przy pomocy platformy AccuSwayPlus firmy AMTI oraz programu Balance Clinic tej samej firmy, analizującego i dokumentującego zbierane dane.

W pierwszych próbach badani przyjmowali pozycję stojącą na platformie stabilometrycznej z kończynami górnymi opuszczonymi wzdłuż tułowia i stopami rozstawionymi na szerokość bioder. W pozycji tej dokonywano zapisu parametrów stabilograficznych. Następnie dokonano badania w tej samej pozycji z wyłączeniem kontroli wzrokowej. Podobnych zapisów podczas prób z oczami otwartymi i zamkniętymi dokonano na skośnie ustawionym podłożu – na platformie pochylonej w kolejnych próbach ku przodowi, tyłowi, w lewo i w prawo (o 10°). Następnie wykonano analogiczne badania, ale w sytuacji, w której zafałszowano badanemu przestrzenne punkty odniesienia. Dokonywano tego poprzez pochylanie obrazu o 10° , który umieszczony był 3 metry od badanego na wysokości wzroku. Podczas tych prób badanemu ograniczono pole widzenia przy pomocy założonych specjalnie skonstruowanych gogli, dzięki którym mógł on obserwować jedynie odpowiednio pochylony obraz przed sobą. Każda z powyższych prób trwała 30 sekund.

Podczas powyższych prób, rejestrowano więc:

1. Zachowanie się rzutu środka ciężkości w pozycji stojącej, z kontrolą wzrokową i bez niej.
2. Sprawność równowagi podczas pochylenia platformy w różnych kierunkach, z kontrolą wzroku i bez tej kontroli.
3. Te same parametry podczas badania z pochylaniem obrazu przed badanym.
4. Zachowanie się parametrów stabilograficznych w sytuacji pochylenia platformy z jednoczesnym pochyleniem obrazu zaburzającym poczucie pionu i poziomu.

Do dalszej analizy wzięto następujące parametry:

1. Wielkość marginesu stabilności w oparciu o próby z oczami otwartymi i zamkniętymi.
2. Długość drogi rzutu środka ciężkości w próbach utrzymywania pozycji stojącej na platformie ustawionej równolegle do podłoża (poziomo) oraz pochylonej w różnych kierunkach – z kontrolą wzrokową i bez niej.
3. Długość drogi rzutu środka ciężkości w próbach na różnie usytuowanym podłożu z odchyleniem obrazu od pionu.

Uzyskane z powyższych badań parametry przeniesiono do jednej bazy danych, a następnie opracowano statystycznie z wykorzystaniem programu Statistica 5.

the arms relaxed along the trunk and the distance between the feet equal to the width of the hips. Stabilographic parameters were collected in the above position. The test was then conducted in the same position but without visual control. Similar recordings were made during tests with subjects standing with eyes open and closed on a slanting base, and with the platform inclined forward, backwards, to the left and right (by 10°) on consecutive attempts. All tests were then repeated with the participants given false suggestions as to the spatial points of reference through a 10° inclination of an image located 3 m from the patient at eye level. During these tests, the participants' field of vision was limited with special goggles which allowed them to see only the appropriately inclined image in front of them. Each test lasted 30 seconds.

Thus, the following parameters were recorded during the tests:

1. Responses of the projection of the gravity centre in the upright position, with and without visual control.
2. Balance ability during inclination of the platform in different directions, with and without visual control.
3. The same parameters, during the test when an inclined image was presented to the subject.
4. Reaction of stabilographic parameters during inclination of the platform with a simultaneous inclination of the image disturbing vertical and horizontal balance.

The following parameters were used in further analyses:

1. Size of the stability margin based on the tests with open and closed eyes.
2. Length of the trajectory of the gravity centre projection during attempts to maintain an upright position on the platform positioned parallel to the ground (horizontally) and inclined in different directions, with or without visual control.
3. Length of the trajectory of the gravity centre projection in the tests with different positions of the base and with vertical inclination of the image.

The parameters collected in the above tests were transferred to a single database and then processed statistically using the Statistica 5 program.

WYNIKI

Aktywność ruchowa badanych była w przeszłości różnicowana, ale żadna spośród osób starszych nie umiejscowiła swojej aktywności na wysokim poziomie. 70% badanych określiło tę aktywność jako średnią, a 30% jako niską. Ciekawych spostrzeżeń dostarczyły też odpowiedzi na pytania dotyczące aktualnej aktywności ruchowej, z których wynikało, że tylko 66,6% badanych, którzy ocenili swoją wcześniejszą aktywność ruchową jako średnią, umiejscowili aktualną aktywność również na tym samym poziomie. U pozostałych natomiast obecna aktywność ruchowa zmalała w stosunku do przeszłej.

Analizując problem występowania wśród badanych upadków odnotowanych w ciągu ostatniego roku okazało się, że jedynie 4 osoby (9,3% całej grupy) przyznały się do wielokrotnych upadków, u 13 osób (30,2%) odnotowano pojedyncze incydenty, natomiast u 26 badanych (60,5%) dotychczas nie doszło do upadku.

Przegląd wyników dotyczących długości drogi rzutu środka ciężkości zarówno w grupie osób starszych, jak i młodszych ujawnił tendencję do wydłużania długości tej drogi wraz z wyłączeniem kontroli wzrokowej. W grupie osób starszych długość drogi średnio uległa wydłużeniu o 9,66 cm, a uzyskana różnica była statystycznie istotna. W grupie kontrolnej różnica wartości pomiędzy obiema próbami nie była już tak duża (wynosiła 2,78 cm), choć również znacząca (Tab. 1).

Po pochyleniu płaszczyzny podparcia w obu grupach wiekowych w każdej sytuacji stwierdzono wydłużenie drogi rzutu środka ciężkości w stosunku do rezultatów uzyskanych w próbach na poziomo usytuowanej platformie. Uzyskane różnice były jednak istotne statystycznie tylko po pochyleniu platformy w przód lub w tył (wszystkie „t” w przedziale 3,23-3,44; wszystkie $p < 0,002$) (Tab. 2). Dodatkowo stwierdzono wydłużenie tej drogi po wyłączeniu kontroli wzrokowej. Tendencja taka była wyraźniejsza po pochyleniu platformy w płaszczyźnie strzałkowej, zwłaszcza ku tyłowi i u osób starszych. Wyraźny udział kontroli wzrokowej odnotowano tu tylko w grupie osób starszych (za wyjątkiem pochylenia platformy w przód).

Próby przeprowadzane w sytuacji polegającej na zafałszowaniu przestrzennych punktów odniesienia, w postaci odchyłania wzorcowego obrazu od pionu, nie przyniosły w pełni jednoznacznych rezultatów. Na podkreślenie zasługuje brak istotnych różnic w długości drogi rzutu środka ciężkości w tych próbach jedynie w grupie osób w starszym wieku, natomiast odchylenie obrazu w prawo u młodych osób powodowało znamienne wydłużenie średniej długo-

RESULTS

The subjects reported various levels of past motor activity. However, none of the elderly subjects rated their activity as high. Nearly 70% of the subjects rated their activity as moderate and 30% as low. Moreover, the answers to the questions concerning present motor activity provided interesting information, showing that only 66.6% of the subjects who rated their past activity as moderate placed their present activity at the same level. Present motor activity was lower in comparison with past activity according to the rest of the subjects.

Analysis of data on falls experienced by the subjects in the previous year revealed that only 4 subjects (9.3% of the whole group) admitted having sustained multiple falls. Thirteen subjects (30.2%) reported single incidents and 26 subjects (60.5%) reported no falls.

A review of the results concerning the length of the trajectory of the gravity centre projection both in the elderly and young subjects showed a tendency for the trajectory to lengthen in tests without visual control. The trajectory was lengthened by a mean of 9.66 cm in the elderly subjects and the difference was statistically significant. In the control group, the difference between the values of both tests was not so remarkable (2.78 cm) but important as well (Tab. 1).

In tests with an inclined support plane, the trajectory of the gravity centre projection was lengthened in relation to the results obtained in the tests on a horizontal platform for all varieties and in both age groups. However, statistically significant differences were only recorded for attempts following forward or backwards inclination of the platform (all "t" ranging from 3.23 to 3.44 and all $p < 0.002$) (Tab. 2). The trajectory was also lengthened in tests without visual control. This tendency was more marked following inclination of the platform in the sagittal plane, particularly backwards and in the elderly subjects. A clear contribution from visual control was only reported in the elderly subjects (with the exception of forward inclination of the platform).

The tests performed with the use of false spatial points of reference, with the reference image deviated from the vertical position, did not provide unambiguous results. It is worth emphasising that in those tests there were no significant differences in the length of the trajectory of the projection of the centre of gravity. However, in the young subjects' group, a deviation of the image to the right caused significant lengthening of the mean length of this trajectory by 24.73 cm but when the image deviated to the left, the trajectory was shortened by 3.08 cm (Tab. 3).

ści tej drogi o 24,73 cm, lecz skrócenie powyższej długości w przypadku odchylenia obrazu w lewo o 3,08 cm (Tab. 3).

Równie interesujące wyniki uzyskano analizując jednoczesny wpływ zafałszowania przestrzennych punktów odniesienia wraz z różnokierunkowym nachylaniem płaszczyzny podparcia. Co ciekawe, boczne przechylenie platformy z jednoczesnym odchyleniem obrazu od pionu powodowało zawsze skrócenie długości drogi rzutu środka ciężkości – i to bezwzględnie na kierunek odchylenia obrazu (Tab. 4).

Prezentując wyniki dotyczące marginesu stabilności w grupie osób starszych warto wyeksponować wyraźne zwężenie tego marginesu w płaszczyźnie strzałkowej, szczególnie po stronie tylnej. Margines ten w tej grupie wiekowej był zawsze mniejszy w porównaniu z grupą kontrolną, jednakże różnice statystycznie istotne uzyskano jedynie w odniesieniu do tego marginesu od tyłu i po stronie lewej, ale tyl-

Equally interesting results were obtained in the analysis of the combined effect of false spatial points of reference and inclination of the support plane in different directions. Interestingly, a lateral inclination of the platform with simultaneous deviation of the reference image from the vertical position caused shortening of the length of the trajectory of the gravity centre projection in all cases, irrespective of the direction of image deviation (Tab. 4).

Regarding the results concerning the stability margin in the elderly subjects, it is worth noting a clear narrowing of the margin in the sagittal plane, particularly posteriorly. In all cases, the margin in this age group was smaller than in the control group. However, statistically significant differences were obtained solely in relation to the posterior and left-sided margin, but only without visual control (Tab. 5).

In tests with a backwards inclination of the platform, the size of the stability margin in the elderly

Tab. 1. Średnie arytmetyczne ($\bar{x}$), odchylenia standardowe (SD) oraz stopień istotności różnic (t/p) pomiędzy długością drogi rzutu środka ciężkości w próbach z oczami otwartymi i zamkniętymi w pozycji stojącej na platformie pochylonej w różnych kierunkach oraz ustawionej prosto w obu grupach wiekowych

Tab. 1. Arithmetic means ($\bar{x}$), standard deviations (SD) as well as the degree of significance of differences (t/p) between the length of the trajectory of the gravity centre projection in the tests with open and closed eyes in an upright position on the platform inclined in different directions and placed parallel to the ground in both age groups

POCHYLENIE PLATFORMY PLATFORM INCLINATION	GRUPY WIEKOWE AGE GROUPS	DŁUGOŚĆ DROGI RZUTU ŚRODKA CIĘŻKOŚCI W POZYCJI STOJĄCEJ LENGTH OF THE TRAJECTORY OF THE GRAVITY CENTRE PROJECTION IN UPRIGHT POSITION				t/p
		OCZY OTWARTE EYES OPEN		OCZY ZAMKNIĘTE EYES CLOSED		
		x	SD	x	SD	
PLATFORMA POCHYLONA DO PRZODU PLATFORM INCLINED FORWARDS	MŁODZI YOUNG	43.81	10.71	45.64	10.66	1.44; P > 0.15
	STARSI ELDERLY	52.06	17.82	57.95	31.49	1.66; p > 0.10
PLATFORMA POCHYLONA DO TYŁU PLATFORM INCLINED BACKWARDS	MŁODZI YOUNG	43.63	10.23	43.35	10.25	0.25; p > 0.80
	STARSI ELDERLY	52.71	18.44	59.16	34.14	2.13; p < 0.04
PLATFORMA POCHYLONA W LEWO PLATFORM INCLINED TO THE LEFT	MŁODZI YOUNG	42.31	10.39	42.86	10.68	0.67; p > 0.50
	STARSI ELDERLY	48.54	18.55	54.48	32.37	2.28; p < 0.03
PLATFORMA POCHYLONA W PRAWO PLATFORM INCLINED TO THE RIGHT	MŁODZI YOUNG	41.72	7.55	42.23	7.33	0.69; p > 0.49
	STARSI ELDERLY	48.92	5.89	53.22	23.19	2.23; p < 0.03
PLATFORMA PROSTO PLATFORM PARALLEL TO GROUND	MŁODZI YOUNG	40.69	8.43	43.47	10.99	3.42; p < 0.001
	STARSI ELDERLY	46.31	14.08	55.97	32.82	2.58; p < 0.02

ko podczas próby z wyłączeniem kontroli wzrokowej (Tab. 5).

Po pochyleniu platformy w tył, w grupie osób starszych wielkość marginesu stabilności uległa istotnemu zmniejszeniu tylko od tyłu o 0,2 cm. W grupie badanych w młodym wieku w każdym kierunku margines uległ znaczącemu zmniejszeniu podczas utrzymywania pozycji stojącej na odpowiednio pochyłonej płaszczyźnie podparcia (wszystkie $p < 0,05$).

subjects was significantly reduced by 0.2 cm only posteriorly. In the young subjects, while maintaining an upright position on a suitably inclined support plane, the margin was remarkably reduced in all directions (all $p < 0.05$).

Inclination of the image both to the left and to the right did not significantly change the size of the stability margin in the elderly subjects. Surprisingly, in most cases, it caused a noticeable increase in the sta-

Tab. 2. Średnie arytmetyczne ($\bar{x}$), odchylenia standardowe (SD) oraz stopień istotności różnic (t/p), długości drogi rzutu środka ciężkości między próbą w pozycji stojącej na platformie ustawionej równolegle względem podłoża a próbami z pochyleniami platformy w różnych kierunkach w obu grupach wiekowych

Tab. 2. Arithmetic means ($\bar{x}$), standard deviations (SD) as well as the degree of significance of differences (t/p) of the length of the trajectory of the gravity centre projection between the test in an upright position on the platform parallel to the base and the tests with the platform inclined in different directions in both age groups

DŁUGOŚĆ DROGI RZUTU ŚRODKA CIĘŻKOŚCI LENGTH OF THE TRAJECTORY OF THE GRAVITY CENTRE PROJECTION			GRUPY WIEKOWE AGE GROUPS			
			MŁODZI YOUNG		STARSI ELDERLY	
			PLATFORMA POCHYLONA PLATFORM INCLINED	PLATFORMA PROSTO PLATFORM PARALLEL TO GROUND	PLATFORMA POCHYLONA PLATFORM INCLINED	PLATFORMA PROSTO PLATFORM PARALLEL TO GROUND
PLATFORMA POCHYLONA PLATFORM INCLINED	DO PRZODU FORWARDS	X	43.81	40.86	51,77	45,93
		SD	10.06	8.42	17,72	14,13
		t / p	t = 3.41; p < 0.001		t = 3.39; p < 0.001	
	DO TYŁU BACKWARDS	X	43.63	40.86	52.60	45.93
		SD	9.61	8.42	18.23	14.13
		t / p	t = 3.44; p < 0.001		t = 3.23; p < 0.002	
	W LEWO TO THE LEFT	X	42.26	40.86	48.54	45.93
		SD	9.74	8.42	18.55	14.13
		t / p	t = 1.76; p > 0.082		t = 1.27; p > 0.209	
	W PRAWO TO THE RIGHT	X	37.99	40.86	45.25	45.93
		SD	9.08	8.42	18.98	14.13
		t / p	t = 2.99; p < 0.004		t = 0.30; p > 0.760	

Tab. 3. Średnie arytmetyczne ($\bar{x}$), odchylenie standardowe (SD) oraz stopień istotności różnic (t/p), długości drogi rzutu środka ciężkości między próbą z obrazem ustawionym prawidłowo a próbami z pochyleniami obrazu w obu grupach wiekowych

Tab. 3. Arithmetic means ($\bar{x}$), standard deviations (SD) as well as the degree of significance of differences (t/p) in the length of the trajectory of the gravity centre projection between the tests with a normal reference image and the tests with an inclined reference image in both age groups

DŁUGOŚĆ DROGI RZUTU ŚRODKA CIĘŻKOŚCI LENGTH OF THE TRAJECTORY OF THE GRAVITY CENTRE PROJECTION			GRUPY WIEKOWE AGE GROUPS			
			MŁODZI YOUNG		STARSI ELDERLY	
			OBRAZ POCHYLONY IMAGE INCLINED	OBRAZ PROSTO IMAGE VERTICAL	OBRAZ POCHYLONY IMAGE INCLINED	OBRAZ PROSTO IMAGE VERTICAL
OBRAZ POCHYLONY IMAGE INCLINED	W PRAWO TO THE RIGHT	X	65.59	40.86	47.05	45.93
		SD	29.37	8.42	31.56	14.13
		t / p	t = 5.58; p < 0.001		t = 0.21; p > 0.834	
	W LEWO TO THE LEFT	X	37.78	40.86	46.12	45.93
		SD	8.22	8.42	20.89	14.13
		t / p	t = 4.07; p < 0.001		t = 0.09; p > 0.926	

Pochylenie obrazu zarówno w lewą, jak i w prawą stronę nie zmieniło w istotny sposób wielkości granicy stabilności u osób starszych, natomiast, co ciekawe – w grupie osób młodych w większości przypadków spowodowało zauważalne zwiększenie marginesu stabilności. Niestety nie udało się ustalić jednoznacznego związku pomiędzy wynikami dotyczącymi marginesu stabilności określanego w różnych sytuacjach, a odnotowanymi u badanych incydentami upadków.

bility margin in the young subjects. Unfortunately, a correlation between the results concerning the stability margin determined in different tests and falls reported by the subjects could not be unequivocally established.

Tab. 4. Średnie arytmetyczne (x), odchylenie standardowe (SD) oraz stopień istotności różnic (t/p) długości drogi rzutu środka ciężkości między próbami na platformie pochylonej w różnych kierunkach z jednoczesnym odchyleniem obrazu od pionu z uwzględnieniem wieku badanych

Tab. 4. Arithmetic means (x), standard deviations (SD) as well as the degree of significance of differences (t/p) in the length of the trajectory of the gravity centre projection between the tests on the platform inclined in different directions with simultaneous deviation of the image from the vertical position in the two age groups

DROGA RZUTU ŚRODKA CIĘŻKOŚCI LENGTH OF THE TRAJECTORY OF THE GRAVITY CENTRE PROJECTION	GRUPY WIEKOWE AGE GROUPS			
	MŁODZI YOUNG		STARSI ELDERLY	
	OBRAZ PROSTO UPRIGHT IMAGE	OBRAZ ODCHYLONY W PRAWO IMAGE DEVIATED TO THE RIGHT	OBRAZ PROSTO UPRIGHT IMAGE	OBRAZ ODCHYLONY W PRAWO IMAGE DEVIATED TO THE RIGHT
PLATFORMA POCHYLONA W PRAWO PLATFORM INCLINED TO THE RIGHT	X=42.49	X=37.82	X=49.15	X=46.13
	SD=8.29	SD=8.23	SD=16.00	SD=19.83
	t = 6.68; p < 0.001		t = 1.87; p > 0.067	
	OBRAZ PROSTO UPRIGHT IMAGE	OBRAZ ODCHYLONY W LEWO IMAGE DEVIATED TO THE LEFT	OBRAZ PROSTO UPRIGHT IMAGE	OBRAZ ODCHYLONY W LEWO IMAGE DEVIATED TO THE LEFT
	X=42.60	X=38.28	X=49.26	X=44.39
	SD=8.33	SD=7.56	SD=15.92	SD=15.01
	t = 6.12; p < 0.001		t = 4.05; p < 0.001	
	OBRAZ ODCHYLONY W PRAWO IMAGE DEVIATED TO THE RIGHT	OBRAZ ODCHYLONY W LEWO IMAGE DEVIATED TO THE LEFT	OBRAZ ODCHYLONY W PRAWO IMAGE DEVIATED TO THE RIGHT	OBRAZ ODCHYLONY W LEWO IMAGE DEVIATED TO THE LEFT
	X=37.99	X=38.37	X=46.44	X=44.71
	SD=7.52	SD=7.52	SD=19.98	SD=15.05
PLATFORMA POCHYLONA W LEWO PLATFORM INCLINED TO THE LEFT	t = 0.64; p > 0.518		t = 1.16; p > 0.249	
	OBRAZ PROSTO UPRIGHT IMAGE	OBRAZ ODCHYLONY W PRAWO IMAGE DEVIATED TO THE RIGHT	OBRAZ PROSTO UPRIGHT IMAGE	OBRAZ ODCHYLONY W PRAWO IMAGE DEVIATED TO THE RIGHT
	X=42.15	X=37.67	X=49.38	X=42.59
	SD=9.82	SD=10.30	SD=19.16	SD=16.05
	t = 37.6; p < 0.001		t = 4.29; p < 0.001	
	OBRAZ PROSTO UPRIGHT IMAGE	OBRAZ ODCHYLONY W LEWO IMAGE DEVIATED TO THE LEFT	OBRAZ PROSTO UPRIGHT IMAGE	OBRAZ ODCHYLONY W LEWO IMAGE DEVIATED TO THE LEFT
	X=42.26	X=37.96	X=48.54	X=45.25
	SD=9.74	SD=9.16	SD=18.55	SD=18.98
	t = 6.20; p < 0.001		t = 3.14; p < 0.003	
	OBRAZ ODCHYLONY W PRAWO IMAGE DEVIATED TO THE RIGHT	OBRAZ ODCHYLONY W LEWO IMAGE DEVIATED TO THE LEFT	OBRAZ ODCHYLONY W PRAWO IMAGE DEVIATED TO THE RIGHT	OBRAZ ODCHYLONY W LEWO IMAGE DEVIATED TO THE LEFT
	X=37.73	X=37.90	X=42.59	X=46.13
	SD=9.30	SD=9.0	SD=16.05	SD=19.63
	t = 0.23; p > 0.814		t = 2.27; p < 0.003	

Tab. 5. Średnie arytmetyczne (x), odchylenia standardowe (SD) oraz stopień istotności różnic wielkości marginesu stabilności (t/p) pomiędzy grupą osób młodszych a starszych w próbach w pozycji stojącej z oczami otwartymi oraz zamkniętymi

Tab. 5. Arithmetic means (x), standard deviations (SD) as well as the degree of significance of differences in the size of the stability margin (t/p) between the young and elderly subjects in the tests in upright position with eyes open and closed

MARGINES MARGIN		GRUPY WIEKOWE AGE GROUPS			
		MŁODZI YOUNG		STARSI ELDERLY	
OD PRZODU ANTERIOR	Oczy otwarte Eyes open	X=4.21	SD=0.66	X=4.13	SD=1.04
		t=0.43; p > 0.66			
	Oczy zamknięte Eyes closed	X=4.16	SD=0.73	X=3.98	SD=1.08
		t=0.95; p > 0.340			
OD TYŁU POSTERIOR	Oczy otwarte Eyes open	X=4.39	SD=0.69	X=3.95	SD=0.64
		t=3.02; p < 0.003			
	Oczy zamknięte Eyes closed	X=4.34	SD=0.64	X=3.66	SD=0.80
		t=4.50; p < 0.001			
OD LEWEJ ON THE LEFT	Oczy otwarte Eyes open	X=5.67	SD=0.97	X=5.26	SD=1.30
		t=1.74; p > 0.084			
	Oczy zamknięte Eyes closed	X=5.77	SD=0.94	X=5.30	SD=1.28
		t=2.01; p < 0.05			
OD PRAWEJ ON THE RIGHT	Oczy otwarte Eyes open	X=5.65	SD=0.83	X=5.26	SD=1.07
		t=1.95 / p > 0.0535			
	Oczy zamknięte Eyes closed	X=5.71	SD=0.82	X=5.37	SD=0.86
		t=1.93; p > 0.0563			

DYSKUSJA

Problem kontroli równowagi i stabilności ciała, szczególnie w aspekcie zaburzeń mechanizmów odpowiedzialnych za tę kontrolę jest niezwykle złożony i wymaga wieloaspektowej analizy. Postępujące wraz z wiekiem upośledzenie kontroli równowagi oraz położenia środka ciężkości i związane z tym niebezpieczeństwo powtarzających się upadków, skłaniają do bliższego zainteresowania się problemem i podjęcia pewnych kroków profilaktycznych – w postaci opracowania, promowania i wdrażania odpowiedniego treningu poprawiającego tę zdolność [2,3,4,5]. Ograniczone umiejętności kontrolowanego przemieszczenia środka ciężkości ciała właśnie wśród osób starszych, u których wystąpiły już incydenty upadków może wskazywać na asekuracyjne zachowania tych osób związane z nieprzyjemnymi doświadczeniami, co powodować może dalsze pogłębianie upośledzenia kontroli stabilności, a co za tym idzie zwielokrotnianie niebezpieczeństwa wystąpienia ponownych upadków [14]. Umiejętność skutecznej i szybkiej kompensacji wadliwie lub nieskutecznie działających struktur podczas regulacji równowagi, ulega bowiem stopniowemu osłabieniu wraz z wiekiem, począwszy już od trzydziestego roku życia [1]. Trafne zdiagnozowanie ewentualnego deficytu równowagi z określeniem stopnia i rodzaju tego

DISCUSSION

The control of balance and body stability, and particularly that aspect of it related to the mechanisms responsible for this control, is an extremely complex issue requiring a multi-faceted approach. Age-related impairment of the control of balance and the position of the centre of gravity as well as the associated risk of repeated falls call for a closer look at the problem and taking certain prophylactic measures in the form of development, promotion and implementation of appropriate exercise programmes to improve this ability [2,3,4,5]. The limited ability to control the displacement of the centre of gravity in elderly persons who have already experienced falls may indicate their protective behaviour connected with these unpleasant experiences. This may cause further deterioration of stability control, thus increasing the risk of subsequent falls [14], since the ability to effectively and rapidly compensate for defective or ineffective structures during balance control is subject to gradual age-related weakening from as early as the age of thirty [1]. Undoubtedly, the correct diagnosis of a possible balance impairment stating the degree and type of this deficit and accounting for individual elements of the balance control system plays a key role in the determination of the goal and methods of treatment [5,3,4,14]. The differences observed be-

deficytu uwzględniające poszczególne elementy systemu sterującego równowagą ciała odgrywa z pewnością kluczową rolę w określeniu celu i metod terapii [5,3,4,14]. Zaobserwowane różnice pomiędzy osobami o odmiennej aktywności ruchowej, ujawniające lepszą kontrolę stabilności ciała wśród osób o wyższej aktywności, mogą stanowić cenny argument przekonujący o profilaktycznej wartości aktywności fizycznej. Zmiana trybu życia, podniesienie poziomu aktywności ruchowej oraz indywidualnie dopasowany trening stabilności (szczególnie w grupie osób zagrożonych niebezpiecznymi konsekwencjami upadków) mogą być ważnym elementem zapobiegającym upadkom łącznie z ich groźnymi następstwami [13].

W poszukiwaniu roli i wzajemnych powiązań poszczególnych elementów wpływających na złożony proces kontroli i sterowania równowagą ciała próbowano ukierunkować powyższe badania, skupiając uwagę na określeniu wpływu narządu wzroku oraz proprioceptorów okolicy stopy w procesie przekazywania informacji niezbędnych do odpowiednich reakcji umożliwiających prawidłową orientację ciała w przestrzeni oraz utrzymanie równowagi. Mając na uwadze poszerzenie obserwacji o kolejne aspekty uzupełniające obraz pogarszającej się kontroli stabilności szczególnie w grupie seniorów postanowiono skupić się jedynie na wybranych aspektach w celu uniknięcia niebezpieczeństwa powstania niejasnego i zagmatwanego obrazu problemu oraz chcąc wyeliminować lub ograniczyć konieczność konstruowania skomplikowanych i zagmatwanych procedur badawczych, często narażających na zmęczenie badane starsze osoby. W pracy niniejszej skupiono się więc przede wszystkim na obserwacji wpływu wybranych zaburzeń ze strony receptora wzrokowego oraz propriocepcji stawu skokowego jako elementów wpływających na stabilność ciała, natomiast pamiętać należy, iż problem jest bardziej złożony, wymagający szerszej i dogłębnej analizy. Autorzy przeprowadzonych badań planują poszerzenie ich o kolejne elementy mające uzupełnić prowadzoną obserwację. Jednakże już analizując uzyskane wyniki pojawiło się wiele ciekawych aspektów zachęcających do dalszych badań. Uzyskano interesujące, aczkolwiek nie w pełni jednoznaczne rezultaty, świadczące o pewnym osobniczym zróżnicowaniu możliwości reagowania na czynniki zakłócające kontrolę równowagi ciała. Udział kontroli wzrokowej jest zapewne ważny, gdyż jej wyłączenie spowodowało kompensacyjne zwiększenie amplitudy wychwiał, czego rezultatem było wydłużenie drogi rzutu środka ciężkości. Interesujące były przy tym wyniki wskazujące na brak istotnego wpływu informacji wzrokowych

tween participants with different motor activities, i.e. better control of body stability in persons with higher activity, may be used to make a case for the prophylactic value of physical activity. Changing the patient's lifestyle, increasing the level of motor activity as well as stability training tailored to the needs of the patient (especially in the group of persons at risk of dangerous consequences of falls) may significantly contribute to preventing falls and their dangerous consequences [13].

As we were working to identify the role and correlations between individual elements influencing the complex process of controlling body balance, we attempted to focus the study on the determination of the influence of vision and proprioceptors in the foot in the process of transferring information necessary for appropriate reactions enabling correct body orientation in space and maintaining balance. Aiming to extend our observations by including more aspects for a more complete description of the deterioration of stability control, particularly in elderly patients, we decided to confine ourselves to selected aspects in order to avoid the risk of presenting an unclear and complicated profile of the problem as well as to eliminate or limit the necessity of designing complicated examination procedures which are frequently tiring to elderly subjects. Therefore, this study concentrated primarily on registering the impact of selected distortions of the optic receptor as well as proprioception of the tarsal joint as elements which influence body stability. However, it should be borne in mind that this problem is more complex and requires more thorough analysis. We intend to extend the scope of our research by including more elements to complement the observations we have already made. However, during the analysis of these first results, many interesting aspects emerged, encouraging further studies. The results were interesting, though not fully unequivocal, and indicated a certain individual diversification of responses to factors disturbing body balance control. Visual control is probably important since elimination of visual control caused a compensatory increase in the amplitude of sway, which resulted in lengthening the trajectory of the projection of the gravity centre. At the same time, the results indicating no significant influence of visual information determining the vertical and horizontal position on displacement of the gravity centre projection in the elderly in comparison with the young subjects were interesting as well. These results suggest that the sense of the vertical and horizontal in the latter group has a more remarkable effect on balance reactions, while it is less significant in elderly persons, which suggests a greater reliance on proprioception.

określających pion i poziom na zachowanie się rzutu środka ciężkości wśród osób starszych w porównaniu z grupą osób młodych. Sugerują one, że poczucie pionu i poziomu w tej ostatniej grupie ma większy wpływ na reakcje równoważne, natomiast u osób starszych jest to drugoplanowe, co sugeruje z kolei większe znaczenie czucia głębokiego.

Odrębny problem stanowi pogorszenie stabilności ciała w grupie badanych osób w starszym wieku podczas wyłączenia kontroli wzrokowej oraz podczas zmian nachylenia płaszczyzny podparcia – głównie ku tyłowi. Różnice w wynikach obu grup wiekowych uzyskane podczas różnych prób mogą świadczyć o mniejszej roli analizatora wzrokowego oraz faktu zafałszowania położenia przestrzennych punktów odniesienia w kontroli stabilności ciała u osób starszych. Osoby młodsze natomiast reagują zwiększeniem tego marginesu pod wpływem docierających informacji wzrokowych. Być może przyczyną tego jest związane z wiekiem pogorszenie się ostrości wzroku. Jest to jednak cenna wskazówka dla profilaktyki, gdyż sugeruje ona potrzebę jak najdłuższego utrzymywania sprawności proprioceptywnej regulacji stabilności ciała. Kontynuując cykl badań postanowiono również dokonać w dalszym etapie odrębnej analizy sprawności regulacji równowagi i stabilności porównując osoby starsze z zaistniałymi incydentami upadków oraz osoby bez tych incydentów w wywiadzie, jako niezwykle cenny element porównawczy uzupełniający próbę wzbogacenia wiedzy na temat przyczyn pogarszającej się kontroli stabilności seniorów.

Praca nad efektywnym zmniejszeniem szybkości procesów inwolucyjnych oraz zmniejszeniem wpływu tych procesów na sprawność funkcjonalną osób starszych staje się jedną z głównych strategii profilaktyki i terapii w społeczeństwach starzejących się. Z tego też powodu – z uwagi na zagrożenie upadkami i negatywne ich konsekwencje – badania równowagi i stabilności ciała stanowią dziś cenny element w planowaniu opieki nad osobami starszymi.

WNIOSKI

1. U osób starszych obserwuje się pogorszenie kontroli równowagi i stabilności ciała.
2. Rola kontroli wzrokowej w regulacji równowagi ciała jest wyraźna, ale u osób starszych większą rolę odgrywa propriocepcja.
3. W odróżnieniu od osób młodych, u starszych przestrzenne punkty odniesienia mają marginalne znaczenie dla kontroli stabilności.

The deterioration of body stability in elderly subjects during deprivation of visual control and during changes to the inclination of the support plane, mainly backwards, constitutes a separate problem. The differences between the age groups in the results of different tests may suggest a less significant role of the visual analyser and the effect of false spatial points of reference in body stability control in elderly persons. Young subjects respond by increasing this margin under the influence of visual information. This may be caused by age-related deterioration of visual acuity. Nevertheless, this information is useful for prophylactic purposes since it suggests that proprioceptive control of body stability should be maintained as long as possible. In future studies, a separate analysis will be performed of the ability to control balance and stability, consisting in comparison of elderly subjects with a history of falls and subjects with no such history to provide extremely valuable comparative information supplementing our attempt to enlarge the knowledge of the causes of deterioration of stability control in elderly persons.

Efforts to effectively reduce the rate of involuntary processes as well as their impact on the functional ability of elderly persons are becoming one of the main strategies of prevention and treatment in ageing societies. Therefore, in view of the risk of falls and their negative consequences, tests of balance and stability of the body are extremely useful in planning the care of elderly persons.

CONCLUSIONS

1. Deterioration of balance control and body stability occurs in elderly persons.
2. Visual control plays a distinct role in the regulation of body balance. However, proprioception is more important in elderly persons.
3. Compared to the young subject, spatial points of reference are of marginal significance in the control of stability in elderly persons.

PIŚMIENICTWO / REFERENCES

1. Błaszczyk JW, Czerwosz L. Stabilność posturalna w procesie starzenia. *Gerontologia Polska* 2005; 13: 25-36.
2. Gieremek K, Nowotny J, Gaździk TS, Cieśla W. Ograniczenia, utrudnienia i wymagania stawiane fizjoterapii u osób starszych. *Fizjoterapia Polska* 2007; 2(4): 198-205.
3. Nowotny J, Red. Podstawy kliniczne fizjoterapii w dysfunkcjach narządu ruchu. II Wyd. Warszawa: Medipage; 2006.
4. Nowotny J, Red. Podstawy fizjoterapii. IV Wyd. Kraków: Kasper; 2004.
5. Żak M. Rehabilitacja w procesie leczenia osób starszych. *Gerontologia Polska* 2000; 8(1): 12 - 18.
6. Ocetkiewicz T, Skalska A, Grodzicki T. Badanie równowagi przy użyciu platformy balansowej - ocena powtarzalności metody. *Gerontologia Polska* 2006; 14: 144-148.
7. Browne JE, O'Hare NJ. Reimage of the different methods of assessing standing balance. *Physiotreatment* 2001; 87 (9): 489 - 495.
8. Błaszczyk JW. *Biomechanika Kliniczna*. Warszawa: PZWL; 2004.
9. Lord SR, Castell S. Physical activity program for older persons: effect on balance, strength, neuromuscular control, and reaction time. *Arch Phys Med Rehabil* 1994; 75: 648 - 653.
10. Żak M. Rehabilitacja osób po 80 roku życia z zaburzeniami czynności życia codziennego. *Gerontologia Polska* 2005; 13(3): 200-205.
11. Lord S, Caplan GA, Ward JA. Balance, reaction time, and muscle strength in exercising and nonexercising older women: A pilot study. *Arch Phys Med Rehabil* August 1993; 74: 837-839.
12. Kuncewicz E, Gajewska E, Sobieska M, Samborski W. Istotne problemy rehabilitacji geriatrycznej. *Geriatra Polska* 2006; 2: 136 - 140.
13. Bronstein AM, Brandt T, Woolacott MH, Nutt JG. *Clinical disorders of balance, posture and gait*. Second edition. London: Arnold; 2004.
14. Famula A, Nowotny-Czupryna O, Brzęk A, Nowotny J, Kita B. Ocena stabilności ciała jako podstawa zapobiegania upadkom osób starszych. *Postępy Rehabilitacji* 2007; 5: 225-226.

Liczba słów/Word count: 6224

Tabele/Tables: 5

Ryciny/Figures: 0

Piśmiennictwo/References: 14

*Adres do korespondencji / Address for correspondence**mgr Anna Famula**Zakład Kinezylogii Wydziału Opieki Zdrowotnej ŚUM**40-752 Katowice, ul. Medyków 12, tel/fax: (0-32) 20-88-712, e-mail: fizjoterapia@sum.edu.pl**Otrzymano / Received**Zaakceptowano / Accepted**06.05.2008 r.**12.08.2008 r.*