

## PRACE ORYGINALNE

Agnieszka Ćwirlej-Sozańska<sup>ABCDEFG</sup>, Anna Wilmowska-Pietruszyńska<sup>ABCD</sup>,  
Agnieszka Guzik<sup>BCDF</sup>, Agnieszka Wiśniowska<sup>BCD</sup>, Mariusz Drużbicki<sup>DF</sup>

### Ocena przydatności wybranych skal i metod stosowanych w ocenie równowagi i sprawności fizycznej seniorów – badanie pilotażowe

## Evaluation of the usefulness of selected scales and methods used in the assessment of balance and physical fitness in seniors – a pilot study

Instytut Fizjoterapii Wydziału Medycznego Uniwersytetu Rzeszowskiego

#### STRESZCZENIE

**Wstęp i cel pracy:** Wraz z wiekiem znacząco wzrasta ryzyko upadków. Celem pracy była analiza przydatności wybranych skal i metod stosowanych w ocenie równowagi i sprawności fizycznej seniorów.

**Material i metoda:** Badaniem pilotażowym objęto grupę 25 osób w wieku 60–77 lat. Do oceny sprawności funkcjonalnej wykorzystano specjalistyczny test dla osób starszych Fullerton Functional Fitness Test. Do oceny równowagi seniorów wykorzystano testy kliniczne: Up&Go Test, Functional Reach Test, Tandem Stance Test, Tandem Walk Test oraz Tandem Pivot 180° oraz pomiary na platformie stabilometrycznej Cosmogamma.

**Wyniki:** W wyniku przeprowadzonych badań wykazano występowanie relacji pomiędzy wynikami testów klinicznych a pomiarem sprawności funkcjonalnej. Wykazano też zależność pomiędzy wynikami testów klinicznych a wynikami pomiaru długości ścieżki środka pola podparcia na platformie stabilometrycznej w staniu na jednej kończynie dolnej z oczami otwartymi. Pomimo że w literaturze istnieją doniesienia dotyczące badań nad oceną wydolności systemu kontroli równowagi seniorów, brak jest ujednoczonych

#### ABSTRACT

**Introduction and aim:** The risk of falls increases significantly with age. The aim of the study was to analyze the usefulness of selected scales and methods used in assessing the balance and physical fitness in seniors.

**Material and methods:** The study included a pilot group of 25 people aged 60-77 years of age. Fullerton Functional Fitness Test also called the Senior Fitness Test was used to assess the functional capacity. The following clinical tests were used to assess balance in seniors: "Up&Go Test", Functional Reach Test, Tandem Stance Test, Tandem Tandem Walk, Tandem Pivot 180° and measurements on Cosmogamma stabilometric platform.

**Results:** The studies demonstrated the relationship between the results of clinical tests and the measurement of functional capacity, i.e. the relationship between the results of clinical tests and the results of measurement of path length of centre of pressure on stabilometric platform in standing on one leg with eyes open. Although there are reports in the literature concerning the research on evaluation of usefulness of the control system used to assess balance in seniors, there are no uniform procedures indicating which tests and quantitative

Udział współautorów / Participation of co-authors: A – przygotowanie projektu badawczego/ preparation of a research project; B – zbieranie danych / collection of data; C – analiza statystyczna / statistical analysis; D – interpretacja danych / interpretation of data; E – przygotowanie manuskryptu / preparation of a manuscript; F – opracowanie piśmiennictwa / working out the literature; G – pozyskanie funduszy / obtaining funds

procedur wskazujących, które testy i metody ilościowe oceny równowagi powinny być analizowane, aby zapewnić wiarygodność badań. Wykazano, że na podstawie wyników jednego ze wskazanych w pracy testów można przewidywać z dość dużą pewnością wyniki dla innego.

**Wnioski:** Zastosowane w pracy testy: Up&Go, Tandem Walk, Tandem Pivot 180° i Functional Reach są wartościowymi narzędziami do jakościowej oceny równowagi w populacji osób powyżej 60 roku życia. Stabilometryczna ocena równowagi seniorów pozostaje w zależności z wynikami testów klinicznych. Konieczne są dalsze badania obejmujące większą grupę osób w celu potwierdzenia wiarygodności uzyskanych wyników.

**Słowa kluczowe:** ryzyko upadków, seniorzy, stabilometria

## Wstęp

Fizjologiczne procesy inwolucyjne zachodzące wraz z wiekiem w poszczególnych układach organizmu człowieka wpływają na zmniejszenie sprawności fizycznej, upośledzenie funkcji systemu ruchowego i posturalnego, od których zależy stabilność postawy. Zmiany dotyczące narządów zmysłów biorących udział w kontroli postawy: wzroku, słuchu, równowagi, czucia powierzchownego i głębokiego, a także zmiany w układzie nerwowym i mięśniowo-szkieletowym, jak również pogorszenie wydolności fizycznej znacznie zwiększają ryzyko upadków i urazów u osób powyżej 60 roku życia [1–2].

Ze względu na powyższe zagrożenia i w związku z obserwowanym tempem starzenia się społeczeństwa badanie zdolności zachowania równowagi seniorów ma olbrzymie znaczenie. W literaturze można znaleźć liczne testy służące do oceny wielu aspektów koordynacji ruchowej, w tym zdolności zachowania równowagi oraz sprawności motorycznej w różnych grupach wiekowych. Powszechnie stosowane są testy kliniczne, dostarczające jakościowego, ale i ilościowego obrazu badanej cechy. Jednym z bezpiecznych, niewymagający specjalistycznego sprzętu narzędzi do wielopłaszczyznowej oceny sprawności funkcjonalnej seniorów jest Fullerton Fitness Test lub Senior Fitness Fullerton Test, który umożliwia pośrednią ocenę siły górnej części ciała (zginanie przedramienia) i dolnej części ciała (wstawanie z krzesła), gibkości, wytrzymałości aerobowej i koordynacji. Natomiast wśród licznych skal i testów do oceny równowagi wymienić można m.in. skale: Berga, Fullerton Advanced Balance Scale, test Tinnetiego, test Up&Go, Functional Reach Test, Tandem Stance, Walk lub Pivot Test. Podstawą tych testów są zadania motoryczne, których wynikiem jest najczęściej czas, w jakim badany wykonał próbę, dystans, jaki pokonał, lub suma punktów z poszczególnych zadań [3–5].

Analiza równowagi w oparciu o metody kliniczne, obserwacyjne jest rutynowo wykorzystywana w praktyce klinicznej, ze względu na niskie koszty, dużą dostępność i łatwość użycia. Są one jednak uważane za metody

methods for assessing the balance should be analyzed to ensure the credibility of the research. It was demonstrated that the results of one of the tests concerned in this paper can be a fairly reliable prediction of the results for another one.

**Conclusions:** The tests: "Up & Go", Tandem Walk, Tandem Pivot 180° and Functional Reach, which were used in this study, are valuable tools for qualitative assessment of the balance in the population of people over 60 years of age. Stabilometric assessment of the balance in seniors correlates with the results of clinical tests. Further studies are necessary involving a larger group of people in order to confirm the reliability of the results.

**Keywords:** risk of falls, seniors, stabilometry

## Introduction

Physiological processes of involution occurring with age in different systems of the human body contributes to reduction of physical fitness, impairment of functions of postural and motor systems which determine the stability of a posture. Changes related to the organs of senses involved in postural control: sight, hearing, balance, superficial and deep sensation, and changes in the nervous and musculoskeletal systems as well as deterioration of physical capacity significantly increase the risk of falls and injuries in people over 60 years of age [1–2].

Given the above issues and taking into account observed rate of aging of the population, the test assessing the balance in the elderly is of utmost importance. In the literature, there are numerous tests to assess various aspects of motor coordination including the ability to maintain balance and motor capacity in different age groups. commonly used clinical tests provide a qualitative, but also quantitative picture of tested feature. One of the tests, which is safe and does not require specialized tools for multidimensional assessment of functional capacity, is Fullerton Fitness Test or the Senior Fitness Fullerton Test. It allows for indirect evaluation of the upper body strength (flexing the forearm) and the lower body (getting up from a chair), flexibility, aerobic endurance and coordination. However, among numerous scales and tests to assess the balance, the following can be enumerated i.e.: Berg scale, Advanced Fullerton Balance Scale, Tinnetti test, "Up & Go" test, Functional Reach Test, Tandem Stance, Walk or Pivot Test. These tests are based on motor tasks. The result is most frequently the time necessary to perform the test, the distance covered or a total score from individual tasks [3–5].

Balance analysis based on clinical observation methods is routinely used in clinical practice due to low cost, high availability and easy application. However, they are considered subjective methods and their reliability depends on skills of an examiner. In contrast, quantitative diagnostic methods are objective and allow for a thorough analysis of the balance parameters using a variety of

subiektywne, a ich rzetelność jest uzależniona od umiejętności badającego. Natomiast metody diagnostyczne ilościowe, obiektywne, pozwalają na dokładną analizę parametrów równowagi z zastosowaniem rozmaitych rozwiązań technologicznych. Do pomiaru parametrów równowagi wykorzystywane są platformy stabilometryczne, pozwalające na prostą, szybką i wiarygodną ocenę stabilności pacjenta w pozycji stojącej. W posturografii statycznej analizy równowagi dokonuje się na podstawie drobnych, mimowolnych przemieszczeń COP w czasie spokojnego stania obunóż lub jednonóż na platformie. Badanie można przeprowadzać z oczami otwartymi, jak również zamkniętymi, co dostarcza cennych informacji pozwalających na wnikliwą analizę procesu utrzymywania równowagi statycznej podczas pełnej kontroli wzroku i po jej wyłączeniu [6–7].

Pogarszająca się wraz z wiekiem zdolność do utrzymania równowagi, jako ważny czynnik warunkujący jakość życia, coraz częściej staje się tematem badań. Opóźnieniu tego procesu może sprzyjać systematyczna aktywność fizyczna o odpowiednio dobranej do wydolności fizycznej intensywności. W związku z tym coraz więcej uwagi poświęca się metodom oceny równowagi seniorów, które jednocześnie pozwolą na opracowywanie programów usprawniających oraz analizę ich rezultatów [8–9].

### **Cel pracy**

Celem pracy jest analiza przydatności wybranych skal i metod stosowanych w ocenie równowagi i sprawności funkcjonalnej seniorów oraz ocena relacji pomiędzy równowagą badanych ocenianą testami klinicznymi a równowagą statyczną ocenianą stabilometrycznie. Dodatkowym celem pracy jest analiza wpływu wieku na parametry równowagi, ocenionej przy użyciu platformy stabilometrycznej, w populacji osób powyżej 60 roku życia.

### **Materiał i metoda**

Badaniem wstępnym objęto grupę 25 osób w wieku od 60 do 77 lat (odchylenie standardowe 4,43 lata), w tym 5 mężczyzn i 20 kobiet. Badania przeprowadzono w marcu 2014 r. Dobór pacjentów był następujący: wyrażenie pisemnej zgody na udział w badaniach, wiek powyżej 60 lat, stan fizyczny i psychiczny umożliwiający wykonanie podstawowych czynności związanych z codziennym funkcjonowaniem. Z badań wyłączono pacjentów po przebytych incydentach mózgowych, z niedowładem połowicznym, z chorobą Parkinsona oraz osoby ze zdiagnozowanymi wcześniej zaburzeniami równowagi.

Badanie za pomocą platformy stabilometrycznej przeprowadzono w godzinach przedpołudniowych. Wykonano pomiary podstawowych cech antropometrycznych: wysokości ciała (cm), masy ciała (kg). Na

technological solutions. Stabilometric platforms are used to measure balance parameters, allowing for simple, fast and reliable assessment of the stability of a patient in a standing position. In static posturography, balance analysis is based on small, involuntary movements of the center of pressure (COP) during normal standing on both feet, or on one leg on the platform. The test can be performed with eyes opened or closed, which provides valuable information for a thorough analysis of the process of maintaining static balance with full visual control and without it [6-7].

The ability to maintain balance, which is an important determinant of the quality of life, deteriorates with age. This issue is becoming a topic of research more and more frequently. Regular physical activity with intensity properly chosen to physical efficiency can delay this process. Therefore, more and more attention is paid to methods for assessing the balance in seniors, which also allow to develop rehabilitation plans and the analysis of their results [8-9].

### **Aim**

The aim of the study was to analyze the usefulness of selected scales and methods used in assessing the balance and functional capacity in seniors and the evaluation of the relationship between the balance of respondents evaluated by means of clinical tests and static stabilometric balance assessment. The additional goal of this work was to analyze the effect of age on balance parameters, assessed using a stabilometric platform in the population of people over 60 years of age.

### **Material and methods**

Initial study covered a group of 25 people aged from 60 to 77 years of age (standard deviation 4.43 years), including 5 men and 20 women. The study was conducted in March 2014. The inclusion criteria of patients were as follows: informed written consent to participate in the study, age over 60, physical and mental state that allows for execution of basic activities associated with daily functioning. The study excluded patients with a history of cerebrovascular incidents, with hemiparesis, with Parkinson's disease and those with already diagnosed imbalances.

Tests by means of stabilometric platform were carried out in the morning. Measurements of basic anthropometric features included: body height (cm) and weight (kg). On the basis of measurements of individual somatic features, weight-height ratios were calculated (BMI). To assess the functional capacity a special test for the elderly - Fullerton Functional Fitness Test was used. This test is designed to evaluate physiological properties, i.e. the flexibility of the upper body and the lower body, strength of the upper body and the lower body, coordination and aerobic endurance. It is based on performing 6 tests:

podstawie przeprowadzonych pomiarów indywidualnych cech somatycznych zostały obliczone proporcje wagowo-wzrostowe (wskaźnik masy ciała BMI).

Do oceny sprawności funkcjonalnej wykorzystano specjalistyczny test dla osób starszych Fullerton Functional Fitness Test. Test ten ma na celu ocenić fizjologiczne właściwości, tj. gibkość górnej części ciała, gibkość dolnej części ciała, siłę górnej i dolnej części ciała, koordynację oraz wytrzymałość aerobową. Polega na wykonaniu 6 prób: wstawanie z krzesła, uginanie ramion, marsz w miejscu, agrafka, skłon do kończyny dolnej oraz „wstań i idź” [3]. Do oceny równowagi seniorów wykorzystano następujące testy kliniczne: Up&Go Test, Functional Reach Test, Tandem Stance Test, Tandem Walk Test oraz Tandem Pivot 180°. Test Up&Go zawiera pomiar czasu od momentu wstania z krzesła, przejścia dystansu 3 metrów, obrotu o 180 stopni, powrotu do krzesła i powtórnego przyjęcia pozycji siedzącej [3, 4]. Functional Reach Test jest testem jednopunktowym służącym do szybkiej oceny problemów z równowagą i ryzyka upadków w populacji osób starszych. Obejmuje pomiar odległości pomiędzy dwoma punktami dotyczący wychylenia pacjenta w przód z pozycji stojącej bokiem do ściany [3–5]. Testy tandemowe związane są z pozycją równoważną „tip-top” – stopa kończyny dolnej dominującej przed drugą w taki sposób, aby pięta jednej stopy stykała się z palcami drugiej. Wykorzystuje się je do oceny koordynacji, równowagi statycznej i dynamicznej, w celu ustalenia ryzyka upadków u pacjentów w starszym wieku [10]. Ocena równowagi statycznej wykonano za pomocą platformy stabilometrycznej Cosmogamma (Cosmogamma by Emildue R50300). Badanie wykonano standardowo w pozycji stania obunóż z oczami otwartymi i w pozycji stania obunóż z oczami zamkniętymi. Każda z prób trwała 30 sekund. Badany przyjmował i utrzymywał pozycję z ramionami opuszczonymi wzdłuż tułowia i głową ustawioną w pozycji pośredniej. Podczas badania z oczami otwartymi badany proszony był o skierowanie wzroku na nieruchomy punkt umieszczony na ścianie w odległości 1 metra od badanego. Badanie wykonano bez obuwia, w warunkach niezakłócających przebiegu badania. Dodatkowo wykonano ocenę równowagi w staniu jednonóż na prawej i lewej kończynie dolnej. Każda próba trwała 30 sekund i wykonana była z oczami otwartymi. Stopę kończyny podporowej ustawiano wzdłuż linii środkowej (środek pięty – II kość śródstopia) oraz tak, aby punkt przecięcia płaszczyzny strzałkowej i czołowej znajdował się 4 cm przed linią łączącą kostkę przyśrodkową i boczną stopy. Podczas każdej z prób badany stał nieruchomo z ramionami opuszczonymi wzdłuż tułowia, wzrokiem skierowanym na wprost [11].

Dla każdej z prób oceniano:

- Długość ścieżki, czyli całkowitą drogę, którą przebył środek nacisku stóp (COP) badanego w ciągu 30 s, wyrażoną w mm —  $L_{\text{cop}}$  (length COP)

getting up from a chair, curling arms, marching in place, back scratch, chair-sit-and-reach, and get up and go [3]. To assess the balance in seniors the following clinical tests were used: “Up & Go Test”, Functional Reach Test, Tandem Stance Test, Tandem Walk test and Tandem pivot 180°. «Up & Go» Test includes the measurement of time since getting up from a chair, covering a distance of 3 meters, 180 degrees of pivot, returning to the chair and re-adopting the sitting position [3,4]. Functional Reach Test is a single-point test serving to assess rapidly problems with balance and risk of falls in the elderly population. It measures the distance between two points when the patient inclined forward while standing laterally next to a wall [3-5]. Tandem tests are related to the “tip-top” balance position - the heel of a dominant foot touches the toe of the other with each step. They are used to assess coordination, static and dynamic balance in order to determine the risk of falls in elderly patients [10]. The assessment of static balance was performed by means of Cosmogamma stabilometric platform (Cosmogamma to Emildue R50300). The test was performed in standing with both feet with eyes open and standing with both feet with eyes closed. Each test lasted 30 seconds. The tested patient adopted and maintained the position with arms along the body and the head set in an intermediate position. During the test with eyes open, the subject was asked to look on a stationary point on the wall at a distance of 1 meter from them. Tests were performed bare foot under conditions which did not interfere the course of the test. Additionally, a balance assessment was performed in the standing on right or left leg. Each test lasted 30 seconds and was conducted with eyes open. The foot of the supporting limb was put along the medial line (center of the heel – the II metatarsal) so that the point of intersection of the sagittal and the front plane was 4cm before the line connecting the malleolus and the lateral foot. During each test the subject stood without movement with arms at sides, eyes looking straight-ahead [11].

Each of the tests evaluated:

- The length of the distance, i.e. the total distance that the center of pressure (COP) in feet of the patient traveled within 30 s, expressed in mm —  $L_{\text{cop}}$  (length COP)
- The average speed at which the center of pressure in feet moved during the test, expressed in mm / s —  $V_{\text{cop}}$  (velocity COP);
- The average speed at which the COP moved in the lateral-medial direction, expressed in mm / sec —  $MVLS_{\text{cop}}$  (medium lateral sway COP);
- The average speed at which the COP moved in the anterior-posterior direction in mm / sec —  $MVAPS_{\text{cop}}$  (medium antero-posterior sway COP);
- The area occupied by the graph plotted by COP path during the test, expressed in  $\text{cm}^2$  —  $F_{\text{cop}}$  (field COP);

- Średnią prędkość, z jaką poruszał się środek nacisku stóp podczas badania, wyrażoną w mm/s —  $V_{\text{cop}}$  (velocity COP);
- Średnią prędkość, z jaką poruszał się COP w kierunku boczno-przyśrodkowym, wyrażoną w mm/s —  $MVLS_{\text{cop}}$  (medium lateral sway COP);
- Średnią prędkość, z jaką poruszał się COP w kierunku przednio-tylnym wyrażoną w mm/s —  $MVAPS_{\text{cop}}$  (medium antero-posterior sway COP);
- Pole powierzchni zajmowanej przez wykres drogi COP wykreślonej w czasie badania, wyrażonej w  $\text{cm}^2$  —  $F_{\text{cop}}$  (field COP);

Do badania kierunku i siły zależności pomiędzy zmiennymi mierzalnymi zastosowano współczynniki korelacji liniowej Pearsona. Ich istotność statystyczną zbadano z wykorzystaniem testu istotności współczynnika korelacji liniowej. Przyjęto 5% poziom istotności. Wyniki zamieszczono w postaci macierzy korelacji, przy czym współczynniki korelacji statystycznie istotne zaznaczono kolorem czerwonym.

## Wyniki

W wyniku przeprowadzonych badań wykazano, że im dłuższy czas wykonania testu Up&Go, tym pacjent jest zdolny do wykonania mniejszej liczby kroków wzdłuż wyznaczonej linii (test Tandem Walk), tym pacjent otrzymuje niższą ocenę w badaniu testem Pivot 180° oraz uzyskuje niższe wyniki pomiarów testem Functional Reach. Badania wykazały, że im mniej kroków wykonuje pacjent wzdłuż wyznaczonej linii (Tandem Walk Test), tym otrzymuje niższą ocenę w badaniu testem Pivot 180°.

Im pacjent uzyskuje niższe wyniki pomiarów testem Functional Reach Test, tym otrzymuje niższą ocenę w badaniu testem Pivot 180 i tym jest zdolny do wykonania mniejszej liczby kroków wzdłuż wyznaczonej linii.

Nie stwierdzono statystycznie istotnych korelacji pomiędzy wynikami testu Tandem Stance a pozostałymi testami klinicznymi.

W wyniku przeprowadzonych badań wykazano silną zależność pomiędzy wynikami testów klinicznych do oceny równowagi seniorów, tj. Tandem Walk Test ( $r = 0,65$ ), Tandem Pivot Test ( $r = 0,67$ ), Functional Reach Test ( $r = 0,60$ ), a sprawnością fizyczną wyrażoną wynikami próby badającej siłę mięśni kończyn górnych (próba uginania ramion z ciężarkiem 2,3 kg w Fullerton Functional Fitness Test.) oraz silną zależność pomiędzy testem Up&Go a wynikami uzyskanymi przez pacjenta podczas wykonywania prób z testu Functional Fitness Test (uginanie ramion i marsz w miejscu). Macierz korelacji pomiędzy wynikami testów klinicznych przedstawiono w tabeli 1.

Istotną statystycznie ujemną korelację, na poziomie istotności 0,05, wykazano pomiędzy wynikami oceny równowagi uzyskanymi za pomocą testów klinicznych: Tandem Walk, Tandem Pivot 180° i Functional Reach a niektórymi wynikami pomiarów stabilometrycznych

The direction and strength of the relationship between the measurable variables was tested with Pearson's correlation coefficients. Its statistical significance was investigated using the test of significance correlation coefficient. There was a 5% level of significance. The results are presented in the form of a correlation matrix, statistically significant correlation coefficients were marked red.

## Results

The conducted tests demonstrated that the longer the time of "Up & Go" test, the smaller number of steps along a line the patient is able to perform (Tandem Walk test), the lower scores the patient receives in Pivot 180° test, and the lower scores the patient receives for measurements in Functional Reach test. The conducted tests showed that the smaller number of steps along a line the patient is able to perform (Tandem Walk Test), the lower scores he receives in Pivot 180° test.

The patient gets worse results for measurements in Functional Reach Test, thus is awarded worse score in Pivot 180° test and is also able to perform a smaller number of steps along a predetermined line.

There was no statistically significant correlation between the results of Tandem Stance test and other clinical tests.

The conducted research proved a strong correlation between the results of clinical tests to assess balance in seniors, i.e. Tandem Walk test ( $r = 0.65$ ), Tandem Pivot Test ( $r = 0.67$ ), Functional Reach Test ( $r = 0.60$ ) and physical fitness expressed by the results of tests investigating the muscle strength of the upper limbs (arms flexing with a handle weighing 2.3kg in Fullerton Functional Fitness test), and a strong correlation between the Up & Go test, and the results obtained by the patient during the tasks in Functional Fitness test (arms curling and marching in place).

Correlation matrix between the results of clinical tests is shown in Table 1.

A significant negative correlation, at a significance level of 0.05, was proved between the results of balance assessment with the following clinical tests: Tandem Walk, Tandem Pivot 180° and Functional Reach, and some results of stabilometric measurements in standing with both feet with eyes closed and open (Table 2 and 3) and on one leg (Table 4 and 5).

The analysis of correlation between age and balance assessment with the stabilometric platform showed statistically significant (at the 0.05 level) positive correlation for the following parameters:

- length of COP distance in standing on one leg with eyes open, whereby the strength of this relationship is appropriately average and high - LCOP for standing on the right leg ( $r = 0.45$ ), LCOP for standing on the left leg ( $r = 0.51$ ),

Tab. 1. Macierz korelacji pomiędzy wynikami testów klinicznych

Tab. 1. The correlation matrix between the results of clinical trials

Testy kliniczne Clinical tests	Up&Go	Tandem Stance Test (s)	Tandem Walk Test	Tandem Pivot Test	Functional Reach Test (cm)	Wstawanie z krzesła / Getting up from a chair (n)	Uginanie ramion / Flexing arms (n)	Marsz w miejscu / Marching in place (n)	Skłon w siadzie / Chair-sit- and-reach (cm)
Up&Go	x								
Tandem Stance Test (s)	-0,44	x							
Tandem Walk Test	-0,71	0,22	x						
Tandem Pivot Test	-0,59	0,05	0,77	x					
Functional Reach Test (cm)	-0,60	0,08	0,63	0,61	x				
Wstawanie z krzesła / Getting up from a chair (n)	-0,52	0,34	0,28	0,38	0,31	x			
Uginanie ramion / Flexing arms (n)	0,62	0,28	0,65	0,67	0,60	0,43	x		
Marsz w miejscu / Marching in place (n)	0,58	0,37	0,16	0,35	0,15	0,46	0,24	x	
Skłon w siadzie / Chair-sit-and-reach (cm)	-0,19	-0,11	0,25	0,22	-0,07	0,13	0,25	0,15	x

Tab. 2. Macierz korelacji pomiędzy wybranymi parametrami posturograficznymi w pozycji swobodnej obunóż z oczami otwartymi a wynikami testów klinicznych

Tab. 2. The correlation matrix between selected posturographic parameters in a relaxed position in standing on both feet with eyes open and the results of clinical tests

Parametry posturograficzne Posturographic parameters	Testy kliniczne Clinical tests	Up & Go (s)	Tandem Stance Test (s)	Tandem Walk Test	Tandem Pivot Test	Functional Reach Test (cm)
$L_{COP}$ (mm)Oe		0,19	-0,26	-0,03	0,21	0,08
$V_{COP}$ (mm/sec) Oe		0,04	-0,28	0,07	0,26	0,07
$MVLS_{COP}$ (mm/sec) Oe		-0,06	-0,34	0,06	0,27	0,12
$MVAPS_{COP}$ (mm/sec) Oe		0,15	-0,15	0,06	0,20	0,02
$F_{COP}$ (cm <sup>2</sup> ) Oe		0,24	-0,13	0,06	0,25	0,13

$L_{COP}$  – długość ścieżki COP,  $V_{COP}$  – średnia prędkość przemieszczania COP,  $MVLS_{COP}$  – średnia prędkość przemieszczania COP w kierunku boczno-przyśrodkowym,  $MVAPS_{COP}$  – średnia prędkość przemieszczania COP w kierunku przednio-tylnym,  $F_{COP}$  (cm<sup>2</sup>) – pole powierzchni, Oe – oczy otwarte

$L_{COP}$  – length of COP distance,  $V_{COP}$  – the average COP velocity,  $MVLS_{COP}$  – the medium lateral sway of COP,  $MVAPS_{COP}$  – medium antero-posterior sway of COP,  $F_{COP}$  (cm<sup>2</sup>) – a surface area, Oe – open eyes

w próbie stania obunóż przy oczach zamkniętych i otwartych (tabela 2 i 3) oraz w próbie stania jedno-nóż (tabela 4 i 5).

Analiza korelacji pomiędzy wiekiem a oceną równowagi przy użyciu platformy stabilometrycznej wykazała istotne statystycznie (na poziomie 0,05) dodatnie korelacje dotyczące następujących parametrów:

- długości ścieżki COP w staniu na jednej kończynie dolnej z oczami otwartymi, przy czym siła tej zależności jest odpowiednio przeciętna i wysoka –  $L_{COP}$  dla stania na prawej kończynie dolnej ( $r = 0,45$ ),  $L_{COP}$  dla stania na lewej kończynie dolnej ( $r = 0,51$ ),

- the average COP velocity in standing on the left leg with eyes opened, whereby the strength of this relationship is average ( $V_{COP}$ ,  $r = 0.41$ ),
- medium lateral sway of COP in standing on the left leg with eyes opened ( $MVLCOP$   $r = 0.44$ ).

## Discussion

Balance disorders in the elderly population limit to a large extent the ability to function and participate fully in a society. Improving balance capacity in seniors is closely correlated with improved mobility which allows for a better quality of life and independence in everyday life.

**Tab. 3. Macierz korelacji pomiędzy wybranymi parametrami posturograficznymi w pozycji swobodnej obunóż z oczami zamkniętymi a wynikami testów klinicznych**

**Tab. 3. The correlation matrix between selected posturographic parameters in a relaxed position in standing on both feet with eyes closed and the results of clinical tests**

Parametry posturograficzne Posturographic parameters	Testy kliniczne Clinical tests	Up & Go (s)	Tandem Stance Test (s)	Tandem Walk Test	Tandem Pivot Test	Functional Reach Test (cm)
$L_{COP}$ (mm)Ce		0,22	-0,51	-0,24	0,01	0,18
$V_{COP}$ (mm/sec) Ce		0,13	-0,45	-0,20	0,02	0,17
$MVLS_{COP}$ (mm/sec) Ce		-0,09	-0,22	-0,11	0,08	0,30
$MVAPS_{COP}$ (mm/sec) Ce		0,30	-0,59	-0,23	-0,01	0,05
$F_{COP}$ (cm <sup>2</sup> ) Ce		0,14	-0,34	-0,21	-0,04	0,22

$L_{COP}$  – długość ścieżki COP,  $V_{COP}$  – średnia prędkość przemieszczania COP,  $MVLS_{COP}$  – średnia prędkość przemieszczania COP w kierunku boczno-przyśrodkowym,  $MVAPS_{COP}$  – średnia prędkość przemieszczania COP w kierunku przednio-tylnym,  $F_{COP}$  (cm<sup>2</sup>) – pole powierzchni, Ce – oczy zamknięte

$L_{COP}$  – length of COP distance,  $V_{COP}$  – the average COP velocity,  $MVLS_{COP}$  – the medium lateral sway of COP,  $MVAPS_{COP}$  – medium antero-posterior sway of COP,  $F_{COP}$  (cm<sup>2</sup>) – a surface area, Ce – closed eyes

**Tab. 4. Macierz korelacji pomiędzy wybranymi parametrami posturograficznymi w pozycji swobodnej w staniu jedno nogą z oczami otwartymi a wynikami testów klinicznych**

**Tab. 4. The correlation matrix between selected posturographic parameters in relaxed position in standing on one leg with eyes open and the results of clinical tests.**

Parametry posturograficzne Posturographic parameters	Testy kliniczne Clinical tests	Up & Go (s)	Tandem Stance Test (s)	Tandem Walk Test	Tandem Pivot Test	Functional Reach Test (cm)
$L_{COP}$ (mm)Oed		-0,02	0,00	-0,47	-0,46	-0,49
$V_{COP}$ (mm/sec)Oed		-0,15	-0,11	-0,27	-0,34	-0,22
$MVLS_{COP}$ (mm/sec)Oed		-0,31	-0,01	-0,09	-0,24	0,00
$MVAPS_{COP}$ (mm/sec) Oed		0,01	-0,20	-0,41	-0,36	-0,37
$F_{COP}$ (cm <sup>2</sup> ) Oed		0,02	0,03	-0,49	-0,40	-0,33

$L_{COP}$  – długość ścieżki COP,  $V_{COP}$  – średnia prędkość przemieszczania COP,  $MVLS_{COP}$  – średnia prędkość przemieszczania COP w kierunku boczno-przyśrodkowym,  $MVAPS_{COP}$  – średnia prędkość przemieszczania COP w kierunku przednio-tylnym,  $F_{COP}$  (cm<sup>2</sup>) – pole powierzchni, Oe – oczy otwarte, d – prawa kończyna dolna

$L_{COP}$  – length of COP distance,  $V_{COP}$  – the average COP velocity,  $MVLS_{COP}$  – the medium lateral sway of COP,  $MVAPS_{COP}$  – medium antero-posterior sway of COP,  $F_{COP}$  (cm<sup>2</sup>) – a surface area, Ce – closed eyes, d - the right lower limb

- średniej prędkości COP w staniu na lewej kończynie dolnej z oczami otwartymi, przy czym siła tej zależności jest przeciętna ( $V_{COP}$ ,  $r = 0,41$ ),
- średniej prędkości COP w kierunku boczno-przyśrodkowym w staniu na lewej kończynie dolnej z oczami otwartymi ( $MVLS_{COP}$ ,  $r = 0,44$ ).

## Dyskusja

Zaburzenia zdolności utrzymywania równowagi w populacji osób starszych w dużej mierze ograniczają możliwości funkcjonowania i pełnego uczestnictwa w życiu społecznym. Poprawa zdolności równoważnych seniorów jest ściśle skorelowana z poprawą mobilności, co pozwala na lepszą jakość życia i niezależność w życiu codziennym. Zmniejsza również ryzyko upadków i urazów, chroniąc przed wtórnymi powikłaniami, co w następstwie minima-

It also reduces the risk of falls and injuries, protecting against secondary complications, which in consequence reduces the burden of care on caregivers, as well as economic burden on the healthcare system. Due to increasing social importance and universality of observed balance impairments in the elderly population, it is necessary to determine the methods that allow for its evaluation. For many years, attempts have been made to assess these disorders by means of scales and tests, and knowledge in this field is developing very rapidly [12-13].

In the authors' own study, a detailed analysis of balance in the elderly was conducted. Methods based on both the quantitative assessment, therefore the measurement of balance parameters using the stabilometric platform, and following clinical tests: "Up & Go Test", Functional Reach Test, Tandem Stance Test, Tandem Walk test and Tandem

**Tab. 5. Macierz korelacji pomiędzy wybranymi parametrami posturograficznymi w pozycji swobodnej w staniu jednoż z oczami otwartymi a wynikami testów klinicznych**

**Tab. 5. The correlation matrix between selected posturographic parameters in relaxed position in standing on one leg with eyes open and the results of clinical tests**

Parametry posturograficzne Posturographic parameters	Testy kliniczne Clinical tests	Up & Go (s)	Tandem Stance Test (s)	Tandem Walk Test	Tandem Pivot Test	Functional Reach Test (cm)
	$L_{COP}$ (mm)Oes		0,08	0,11	-0,55	-0,46
$V_{COP}$ (mm/sec) Oes		0,06	0,11	-0,45	-0,39	-0,44
$MVLS_{COP}$ (mm/sec) Oes		0,00	0,16	-0,42	-0,35	-0,44
$MVAPS_{COP}$ (mm/sec) Oes		0,01	0,07	-0,38	-0,35	-0,34
$F_{COP}$ (cm <sup>2</sup> ) d		0,06	0,14	-0,48	-0,38	-0,57

$L_{COP}$  – długość ścieżki COP,  $V_{COP}$  – średnia prędkość przemieszczania COP,  $MVLS_{COP}$  – średnia prędkość przemieszczania COP w kierunku boczno-przyśrodkowym,  $MVAPS_{COP}$  – średnia prędkość przemieszczania COP w kierunku przednio-tylnym,  $F_{COP}$  (cm<sup>2</sup>) – pole powierzchni, Oe – oczy otwarte, s – lewa kończyna dolna

$L_{COP}$  – length of COP distance,  $V_{COP}$  – the average COP velocity,  $MVLS_{COP}$  – the medium lateral sway of COP,  $MVAPS_{COP}$  – medium antero-posterior sway of COP,  $F_{COP}$  (cm<sup>2</sup>) – a surface area, Oe – open eyes, s – the left lower limb

lizuje ciężar opieki spadający na opiekunów, jak i obciążenie ekonomiczne systemu opieki zdrowotnej. Ze względu na narastające znaczenie społeczne i powszechność obserwowanych zaburzeń równowagi w populacji osób starszych coraz częściej poszukuje się metod jej oceny. Od wielu lat podejmowane są próby oceny wymienionych zaburzeń za pomocą skal i testów, a wiedza w tym zakresie bardzo pręźnie się rozwija [12–13].

W badaniach własnych zastosowano szczegółową analizę równowagi u osób starszych. Wykorzystano metody oparte zarówno na ocenie ilościowej, a więc pomiar parametrów równowagi z wykorzystaniem platformy stabilometrycznej, jak i na ocenie klinicznej, z wykorzystaniem następujących testów: Up&Go Test, Functional Reach Test, Tandem Stance Test, Tandem Walk Test oraz Tandem Pivot 180°. Z licznych badań wynika, że zastosowane w badaniach własnych metody ilościowe dostarczają cennych informacji odnośnie do parametrów równowagi, pozwalając na dokładną, obiektywną analizę [14–16]. Wykorzystane testy są powszechnie stosowane w praktyce klinicznej, w tym szczególnie do oceny efektów reedukacji równowagi w populacji osób starszych. Wykonywane w tych samych warunkach i przy jednolitych zasadach, obarczone są niewielkim błędem, a badanie może być wykonywane wielokrotnie, nie stanowiąc obciążenia dla pacjenta i badającego [17–18].

W badaniach autorów niniejszej pracy założono iż test Up&Go jest bardzo czułym narzędziem diagnostycznym. Zaobserwowano również bardzo istotne korelacje tego testu z wynikami testu Tandem Walk, Tandem Pivot i Functional Reach Test. Podobnie Savva i współautorzy podają, że test Up&Go jest bardzo specyficznym, prostym i czułym miernikiem niezależnej mobilności i ryzyka upadku [19]. Również Blankevoort i współautorzy wykazali w swoich badaniach, że test Up&Go jest bardzo przydatny

Pivot 180°. Numerous research showed that quantitative methods used in the study provide valuable information regarding balance parameters, allowing for accurate and objective analysis [14–16]. However, the tests applied are widely used in clinical practice particularly to evaluate the effects of the re-education of balance in the elderly. They are performed in the same conditions and with uniform rules and therefore they are subject to a minor error and the test can be performed repeatedly, thus there is not burden to the patient and the investigator [17–18].

It was assumed in this study that “Up & Go” test is a highly sensitive diagnostic tool. A significant correlation of this test with the results of Tandem Walk test, Tandem Pivot and the Functional Reach Test was observed. Similarly Savva et.al. reported that “Up & Go” test is a very specific, simple and sensitive measure of independent mobility and the risk of fall [19]. Also Blankevoort et.al. showed in their study that “Up & Go” test is very useful for detecting differences in the level of independent mobility among older people with mild to moderate dementia [20]. Nordini et.al. reported that the application of “Up & Go” test in the context of scientific research has increased over the past few years and is recommended by the British Geriatrics Society and the American Geriatrics Society to assess the risk of falls in the elderly, as it allows to obtain reliable data on the independent mobility of the elderly [21]. Beauchet et.al. reviewed the literature on the relationship “Up & Go” test with the risk of collapse in the population of people over 60 years of age [22]. They observed that all retrospective studies showed a significant positive relationship between the time required to perform the test and history of falls. However, it is necessary to standardize the test conditions in combination with the control of important potential factors that could affect the outcome of the study ie. age, sex, comorbidities. Therefore,



do wykrywania różnic w poziomie niezależnej mobilności pomiędzy osobami starszymi z łagodną lub umiarkowaną demencją [20]. Nordin i współautorzy podają, że w ramach badań naukowych stosowanie testu Up&Go znacznie wzrosło w ciągu ostatnich kilku lat, i jest on zalecany przez British Geriatrics Society oraz American Geriatrics Society do oceny ryzyka upadków seniorów, gdyż pozwala na uzyskanie wiarygodnych danych dotyczących niezależnej mobilności osób starszych [21]. Beauchet i współautorzy dokonali przeglądu piśmiennictwa dotyczącego związku testu Up&Go z ryzykiem upadku w populacji osób powyżej 60 roku życia [22]. Zaobserwowali, że wszystkie badania retrospektywne wykazały znaczący pozytywny związek między czasem potrzebnym do wykonywania testu a historią upadków. Jednakże konieczna jest standaryzacja warunków badania w połączeniu z kontrolą istotnych potencjalnych czynników mogących mieć wpływ na wynik badania, tj. wiek, płeć, choroby towarzyszące, co zapewni uzyskanie dokładniejszych informacji na temat wartości prognostycznej testu Up&Go dla ryzyka upadków u osób starszych [22].

W badaniach własnych stwierdzono również występowanie korelacji pomiędzy oceną równowagi dokonaną za pomocą testów klinicznych: Up&Go, Tandem Walk, Tandem Pivot 180° i Functional Reach a wynikami uzyskanymi na platformie stabilometrycznej. Wykazano, że najsilniejsza korelacja dotyczyła wyników testów Tandem Walk, Tandem Pivot 180° oraz Functional Reach oraz pomiaru długości ścieżki na platformie stabilometrycznej w staniu na jednej kończynie dolnej z oczami otwartymi. Podobnie Srivastava i współautorzy wykazali w swoich badaniach korelację pomiędzy oceną równowagi przy użyciu testów klinicznych a wynikami uzyskanymi na platformie [23].

Analizując korelację pomiędzy wiekiem a oceną równowagi przy użyciu platformy stabilometrycznej, w badaniach własnych wykazano, że najsilniejszy związek dotyczył wyników pomiaru na platformie stabilometrycznej w staniu na jednej kończynie dolnej z oczami otwartymi. Podobnie Kłoda i współautorzy wykazali dodatnią korelację pomiędzy wiekiem a parametrami równowagi ocenionymi na platformie stabilometrycznej, jednakże zarówno w próbie z kontrolą, jak i bez kontroli wzroku [24]. Pajala i współautorzy z kolei analizowali parametry równowagi z wykorzystaniem platformy w populacji kobiet w wieku 63–76 lat. Wykazali, że ocena równowagi z użyciem platformy dostarcza ważnych informacji o kontroli posturalnej, które mogą być użyte do oceny ryzyka upadku nawet wśród osób starszych, które nie doznały wcześniej upadku lub nie wykazują widocznych zaburzeń równowagi. W przypadku, gdy platforma jest niedostępnym narzędziem diagnostycznym, można wykorzystać testy tandemowe, stanowiące narzędzie przesiewowe, pozwalające wykazać zwiększone ryzyko upadku w społeczności osób starszych.

better information on the prognostic value of “Up & Go” test for the risk of falls in the elderly is obtained [22].

In our study a correlation was also found between the balance assessment made by means of clinical tests: “Up & Go”, Tandem Walk, Tandem Pivot 180°, Functional Reach and the results obtained on the stabilometric platform. The strongest correlation was found in case of test results related to Tandem Walk, Tandem Pivot 180°, Functional Reach and measure of the distance on the stabilometric platform in standing on one leg with eyes open. Similarly, Srivastava et.al. showed in their study a correlation between the balance assessment using clinical tests and the results obtained on the platform [23].

The analysis of the correlation between age and balance assessment using stabilometric platform showed that the strongest correlation concerned the results of standing on one leg with eyes open. Similarly, Kłoda et.al. showed a positive correlation between age and balance parameters assessed on the stabilometric platform in the test with both visual control and without it [24]. Pajala et.al. analyzed the balance parameters using the platform in the female population aged 63-76. They showed that the assessment of the balance using the platform provides important information on postural control which can be used to assess the risk of fall even in the elderly who have not previously experienced a fall or do not have any obvious imbalance symptoms. If the platform is unavailable as a diagnostic tool, tandem tests can be used as a screening tool that can show the increase in the risk of collapse in the elderly.

Although there are reports in the literature concerning the research on the evaluation of performance of the system of balance control in seniors, there are no uniform procedures indicating which tests and quantitative methods for assessing the balance should be used to ensure the credibility of the studies [11]. In our study, the analysis of the relationship between clinical tests to assess the balance in seniors ie. “Up & Go” Test, Tandem Walk, Tandem Pivot 180° and Functional Reach Test showed that the correlation between these two parameters is very strong. This means that the most reliable and reproducible clinical test should be chosen for the assessment of balance. However, the test group including 25 people seems to be too small to draw conclusions concerning the reliability of those methods. Therefore, the authors of this study have been conducting further, more extensive observations covering a larger group of people over 60 years of age.

### Conclusions:

1. The most reliable clinical test to determine the risk of collapse in the elderly is “Up & Go” test.
2. Stabilometric assessment of the balance in seniors correlates with the results of clinical tests.
3. There is a strong correlation between the results of clinical tests assessing the balance in seniors and

Pomimo że w literaturze istnieją doniesienia dotyczące badań nad oceną wydolności systemu kontroli równowagi seniorów, brak jest ujednoliconych procedur wskazujących, które testy i metody ilościowe oceny równowagi powinny być stosowane, aby zapewnić wiarygodność badań [11]. W badaniach własnych, analizując zależność pomiędzy poszczególnymi testami klinicznymi do oceny równowagi seniorów, tj. testem Up&Go, Tandem Walk, Tandem Pivot 180° i Functional Reach Test, wykazano, że korelacja pomiędzy tymi wielkościami jest bardzo silna. Oznacza to, że do oceny równowagi powinno się wybrać najbardziej rzetelny i powtarzalny test kliniczny. Jednakże próba 25 osób wydaje się zbyt mała, aby wyciągać wnioski dotyczące niezawodności tychże metod. Dlatego też autorzy niniejszych badań prowadzą dalsze, szersze obserwacje obejmujące większą grupę osób po 60 roku życia.

### Wnioski

1. Najbardziej wiarygodnym testem klinicznym do określenia ryzyka upadku osób starszych jest test Up&Go.
2. Stabilometryczna ocena równowagi seniorów pozostaje w zależności z wynikami testów klinicznych.
3. Istnieje silna zależność pomiędzy wynikami testów klinicznych do oceny równowagi seniorów a sprawnością funkcjonalną wyrażoną siłą mięśni kończyn górnych (uginanie ramion kończyn górnych) w Fullerton Functional Fitness Test.
4. Konieczne są dalsze badania obejmujące większą grupę osób po 60 roku życia w celu potwierdzenia wiarygodności uzyskanych wyników.

### Piśmiennictwo / References

1. El-Khoury F, Cassou B, Charles MA, Dargent-Molina P. The effect of fall prevention exercise programmes on fall induced injuries in community dwelling older adults: systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *BMJ* 2013;347: 1-13.
2. Granacher U, Gollhofer A, Hortobágyi T, Kressig RW, Muehlbauer T. The importance of trunk muscle strength for balance, functional performance, and fall prevention in seniors: a systematic review. *Sports Med* 2013;43(7):627-641.
3. Sibley KM, Straus SE, Inness EL, Salbach NM, Jaglal SB. Balance assessment practices and use of standardized balance measures among Ontario physical therapists. *PhysTher* 2011;91(11):1583-1589.
4. Klein PJ, Fiedler RC, Rose DJ. Rasch Analysis of the Fullerton Advanced Balance (FAB) Scale. *Physiother Can* 2011;63(1):115-125.
5. Desai A, Goodman V, Kapadia N, Shay BL, Szturm T. Relationship between dynamic balance measures and functional performance in community-dwelling elderly people. *PhysTher* 2010;90(5):748-760.
6. Gervais T, Burling N, Krull J, Lugg C, Lung M, Straus S et al. Understanding approaches to balance assessment in physical therapy practice for elderly inpatients of a rehabilitation hospital. *Physiother Can* 2014;66(1):6-14.
7. Sibley KM, Straus SE, Inness EL, Salbach NM, Jaglal SB. Clinical balance assessment: perceptions of commonly-used standardized measures and current practices among physiotherapists in Ontario, Canada. *Implement Sci* 2013;20(8):33.
8. Rikli RE, Jones CJ. Development and Validation of Criterion-Referenced Clinically Relevant Fitness Standards for Maintaining Physical Independence in Later Years. *Gerontologist* 2013;53(2):255-267.
9. Schott N. Assessment of balance in community dwelling older adults: reliability and validity of the German version of the Fullerton Advanced Balance Scale. *Gerontol Geriatr* 2011;44(6):417-428.
10. Lizak A, Michaluk K, Śliwka A, Wierciak A. Dokumentacja fizjoterapeutyczna zgodna z wytycznymi ICF. Wyd. REHA Kraków 2009;116,139,152-154.

functional capacity expressed as muscle strength of the upper limbs (arms flexing) in Fullerton Functional Fitness Test.

4. Further studies are necessary involving a larger group of people in order to confirm the reliability of the results.

11. Błaszczyk JW, Czerwos L. Stabilność posturalna w procesie starzenia. *Gerontol Pol* 2005;13,1:25–36.
12. Pardasaney PK, Latham NK, Jette AM, Wagenaar RC, Ni P, Slavin MD, Bean JF. Sensitivity to change and responsiveness of four balance measures for community dwelling older adults. *Phys Ther* 2012;92(3):388–397.
13. Noll DR. Management of falls and balance disorders in the elderly. *J Am Osteopath Assoc* 2013;113(1):17–22.
14. Cohen HS, Mulavara AP, Peters BT, Sangi-Haghpayer H, Kung DH, Mosier DR, Bloomberg JJ. Sharpening the tandem walking test for screening peripheral neuropathy. *South Med J* 2013;106(10):565–569.
15. Cohen HS, Kimball KT. Usefulness of some current balance tests for identifying individuals with disequilibrium due to vestibular impairments. *J Vestib Res* 2008;18(5-6):295–303.
16. Pérennou D, Decavel P, Manckoundia P, Penven Y, Mourey F, Launay F, Pfitzenmeyer P, Casillas JM. Evaluation of balance in neurologic and geriatric disorders. *Ann Readapt Med Phys* 2005;48(6):317–335.
17. Drużbicki M, Pacześniak-Jost A, Kwolek A. Metody klinimetryczne stosowane w rehabilitacji neurologicznej. *Prz Med Uniw Rzesz* 2007;3:268–274.
18. Joshua A, D'Souza V, Unnikrishnan B, Mithra P, Kamath A, Acharya V, Venugopal A. Effectiveness of progressive resistance strength training versus traditional balance exercise in improving balance among the elderly - a randomised controlled trial. *J ClinDiagn Res* 2014;8(3):98–102.
19. Savva GM, Donoghue OA, Horgan F, O'Regan C, Cronin H, Kenny RA. Using timed up-and-go to identify frail members of the older population. *J Gerontol A BiolSci Med Sci* 2013;68(4):441–446.
20. Blankevoort CG, van Heuvelen MJ, Scherder EJ. Reliability of six physical performance tests in older people with dementia. *Phys Ther* 2013;93(1):69–78.
21. Nordin E, Rosendahl E, Lundin-Olsson L. Timed “Up & Go” test: reliability in older people dependent in activities of daily living--focus on cognitive state. *Phys Ther* 2006;86(5):646–655.
22. Beauchet O, Fantino B, Allali G, Muir SW, Montero-Odaso M, Annweiler C. Timed Up and Go test and risk of falls in older adults: a systematic review. *J Nutr Health Aging* 2011;15(10):933–938.
23. Srivastava A, Taly A, Gupta A, et al. Post-stroke balance training: Role of force platform with visual feedback technique. *J Neurol Sci* 2009;287(1-2):89–93.
24. Kłoda M, Brzuszkiewicz-Kuźmicka G, Grzegorzewska J, Białoszewski D. Ocena stabilności posturalnej pacjentów z chorobą Parkinsona. *Post Rehabil* 2013;(1):5–11.

**Adres do korespondencji / Mailing address:**

Agnieszka Ćwirlej-Sozańska  
Instytut Fizjoterapii, Wydział Medyczny  
Uniwersytet Rzeszowski  
ul. Warszawska 26A, 35-205 Rzeszów  
tel.: 530 172 857 mail: sozanska@univ.rzeszow.pl