

Justyna Rykała<sup>(A,B,C,D,F,G)</sup>, Justyna Drzał-Grabiec<sup>(A,C,D,F,G)</sup>, Justyna Podgórska-Bednarz<sup>(A,C,D,F,G)</sup>,  
Sławomir Snela<sup>(A,D,F,G)</sup>

## Ocena parametrów stabilogramu kobiet po 60 roku życia w warunkach wyłączenia kontroli wzrokowej

### Assessment of parameters of stabilogram of women over 60 years of age without visual control

Instytut Fizjoterapii Wydziału Medycznego Uniwersytetu Rzeszowskiego

#### STRESZCZENIE

**Wstęp:** Ocena stabilności ciała przeprowadzona przy użyciu platformy stabilometrycznej stanowi obiektywną metodę diagnostyczną. Porównanie parametrów stabilogramów otrzymanych w badaniu z oczami otwartymi i zamkniętymi umożliwia ocenę kontroli postawy z wyłączeniem informacji wzrokowej.

**Celem** badań była ocena parametrów stabilogramu kobiet po 60 roku życia, w warunkach wyłączenia kontroli wzrokowej.

**Materiał i metody:** Do badań zakwalifikowano 98 kobiet w wieku powyżej 60 lat ( $x = 71$  lat). Przy użyciu platformy stabilometrycznej, oceniono równowagę pozycji stojącej w próbie z oczami otwartymi oraz zamkniętymi. Analizowano 6 różnych parametrów ruchu środka nacisku stóp (COP – center of pressure).

**Wyniki:** 1. W warunkach wyłączenia kontroli wzrokowej, istotnemu wydłużeniu uległa długość ścieżki stabilogramu w płaszczyźnie strzałkowej. Wartości całkowitej długości ścieżki, średniego wychylenia, średniej prędkości oraz wielkości pola powierzchni zakreślonej przez COP uległy zmianie w badaniu z wyłączeniem kontroli wzrokowej, jednak zmiany te nie okazały się istotne statystycznie.

#### ABSTRACT

**Background:** Assessment of the stability of the body performed by using stabilometric platform is an objective diagnostic method. Comparison of stabilograms' parameters received from test with eyes open and closed, allows to assess the role of the visual senses involved in postural control. The aim of the study was to evaluate parameters of stabilogram of women over 60 years of age without visual control.

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

#### Results:

1. The results of this study indicate that in the trial without visual control, the path length in the sagittal plane was significantly longer. The values of: total path length, mean amplitude, mean velocity and sway area have worsened in the trial without visual control, but the result was not statistically significant.

2. Disabling visual control has contributed to reduction (improvement) of path length in the frontal plane.

Udział współautorów / Participation of co-authors: A. autor koncepcji i założeń pracy / author of the concept and objectives of paper; B. zbieranie materiału / collection of data; C. realizacja badań / implementation of research; D. opracowanie, analiza i interpretacja wyników / elaborate, analysis and interpretation of data; E. analiza statystyczna danych / statistical analysis; F. przygotowanie manuskryptu / preparation of a manuscript; G. opracowanie piśmiennictwa / working out the literature; H. pozyskanie funduszy / obtaining funds

2. Wyłączenie bodźców wzrokowych przyczyniło się do skrócenia (poprawy) długości ścieżki stabilogramu w płaszczyźnie czołowej.

#### **Wnioski:**

1. Wyłączenie kontroli wzrokowej prowadzi do istotnego wydłużenia długości ścieżki stabilogramu w płaszczyźnie strzałkowej (SPAP);

2. Długość ścieżki w płaszczyźnie czołowej (SPML) ulega skróceniu w próbie z oczami zamkniętymi.

**Słowa kluczowe:** stabilność posturalna, środek nacisku stóp, wiek podeszły, kobiety

## **Wstęp**

Kontrola równowagi jest postrzegana jako złożony proces, w którym zaangażowane są różne systemy czuciowe oraz planowanie i uczenie się. W warunkach fizjologicznych informacje docierające z układu przedsionkowego, narządu wzroku oraz receptorów czucia głębokiego umożliwiają nam prawidłową orientację ciała w przestrzeni oraz utrzymanie równowagi [1]. Głównym objawem niestabilności posturalnej są zaburzenia równowagi, których efektem są upadki. Problem utraty równowagi występuje powszechnie u osób starszych i często prowadzi do obrażeń ciała, niepełnosprawności lub hospitalizacji. U około 30% osób w wieku 65 lat lub starszych dochodzi do upadku przynajmniej raz w roku, a 10–15% tych upadków wiąże się z poważnymi obrażeniami. Zjawisko utraty równowagi jest więc istotnym problemem społecznym [2–5]. Skuteczne zapobieganie upadkom redukuje występowanie poważnych urazów i związane z nimi koszty. Dlatego też istotne jest wczesne rozpoznanie upośledzenia równowagi, które w połączeniu z ukierunkowaną rehabilitacją może zmniejszyć negatywne skutki tych zaburzeń [6, 7]. W związku z powyższym, w wytycznych dotyczących prewencji upadków osób starszych, zarekomendowana została wieloczynnikowa ocena poczucia równowagi [8]. Ocenę poczucia równowagi można przeprowadzić za pomocą testów funkcjonalnych, do których należą między innymi: test Tinnetiego, Funkcjonalna Skala Równowagi Berg, czy Ocena Profilu Fizjologicznego. Obiektywna ocena stabilności ciała może zostać przeprowadzona przy użyciu platformy stabilograficznej. W trakcie badania program wylicza położenie środka nacisku stóp (COP, *center of pressure*), który w warunkach statycznych jest rzutem środka ciężkości ciała (COG, *center of gravity*) na płaszczyznę podparcia. Badanie umożliwia dokonywanie porównań zapisów rejestrowanych podczas różnych warunków pomiarowych. Porównanie wielkości pól powierzchni stabilogramów w badaniu z oczami otwartymi i zamkniętymi umożliwia ocenę roli zmysłów biorących udział w kontroli postawy. Sytuację, w której zamknięcie oczu powoduje zwiększenie pola powierzchni stabilogramu, możemy interpretować bardzo istotnym udziałem kontroli wzrokowej w utrzymywaniu równowagi ciała w pozycji stojącej, co sugeruje udział kontroli wzrokowej w kompensacji zaburzeń równowagi. Sytuacja

## **Conclusions:**

1. Exclusion visual control causes significant increase the path length in the sagittal plane of stabilogram.

2. Path length in the frontal plane (SPML) is reduced in trial with eyes closed

**Key words:** postural stability, center of pressure, elderly, women

## **Introduction**

The balance control system consists of several structures of the central nervous system. In physiological conditions, information from the vestibular system, the sight organ and proprioceptive receptors enables a correct positioning of body in space and keeping balance [1]. The main symptom of postural instability are balance disorders, which result in falls. Balance disorders are common in elderly people. They often lead to injuries, disabilities or hospitalization. Approximately 30% of subjects aged 65 and more fall at least once a year, and 10-15% of these falls result in serious injuries. Therefore, balance disorders are a significant social issue [2–5]. Effective prevention of falls reduces the number of serious injuries and related costs. That is why early diagnosis of balance disorders is essential. When combined with right rehabilitation, it may reduce the negative results of the disorder [6, 7]. Therefore, a multifactorial balance assessment was recommended within a certain framework, regarding the prevention of falls in elderly subjects [8]. An assessment of the sense of balance can be conducted with functional tests, for example: Tinneti test, Berg Balance Scale, or Physiological Profile Assessment [9–11]. Body stability assessment conducted with the use of a stabilographic platform provides an objective diagnostic method. On the basis of the parameters obtained, the programme calculates the location of the center of pressure (COP) of feet, which, in static condition, is the projection of the center of gravity (COG) of the body onto the ground. The test allows for making comparisons of the records made in various measurement conditions. A comparison of the stabilogram sway area with eyes open and with eyes closed allows for an assessment of the role of senses that play roles in postural control. An increase of the stabilogram sway area resulting from closing eyes may be explained by an essential role of visual control in maintaining standing position – which, in turn, implies a role of visual control in balance disorder compensation. An opposite phenomenon, in which closing eyes does not impact stabilogram parameter values significantly – may point at a decrease of the role of visual control in postural stability, or at the absence of visual compensation for balance disorders.

odwrotna – gdy zamknięcie oczu nie zmienia znacząco wartości parametrów stabilogramu – może sugerować zmniejszenie rangi kontroli wzrokowej w stabilności postawy ciała lub brak wzrokowej kompensacji zaburzeń równowagi [9–11].

Celem podjętych badań była analiza i ocena parametrów stabilogramu kobiet po 60 roku życia, w warunkach wyłączenia kontroli wzrokowej.

### Material i metody

Do badania kwalifikowano kobiety samodzielnie chodzące, niekorzystające z pomocy sprzętu ortopedycznego (laski, kule, chodziki), w wieku powyżej 60 lat. Nie kwalifikowano kobiet po udarach mózgu, z chorobą Parkinsona, jak również cierpiących na inne schorzenia mające związek z pogorszoną równowagą. Badane kobiety nie przyjmowały środków farmakologicznych mogących upośledzać zachowania równoważne. Z badań wyłączono również kobiety z wadami wzroku, mogącymi znacząco zaburzać poczucie pionu i poziomu. Badane kobiety nie uczestniczyły w dodatkowych formach aktywności fizycznej mogących wpływać na poczucie równowagi.

Do badań przystąpiło 98 kobiet, w wieku od 60 do 92 lat ( $x=71$  lat). Na wykonanie badań uzyskano zgodę Komisji Bioetycznej przy Wydziale Medycznym Uniwersytetu Rzeszowskiego numer 8/05/2012. **Osoby objęte badaniami w sposób świadomy wyraziły zgodę na uczestnictwo w badaniach.**

Ocena równowagi dokonana została przy użyciu platformy stabilometrycznej CQStab2P w wersji dwuplatformowej. Badanie składało się z dwóch prób, poprzedzone było 5-minutowym odpoczynkiem badanej osoby w pozycji siedzącej. Badana stała stopami bez obuwia na platformie stabilometrycznej (jedna stopa na jednej płycie, druga na drugiej). Obie płyty były wypoziomowane, a ich powierzchnie ustawione tak, by tworzyły jedną płaszczyznę. Badana przyjmowała swobodną pozycję stojącą na platformie stabilometrycznej z kończynami górnymi opuszczonymi wzdłuż tułowia i stopami rozstawionymi na szerokość bioder. W pozycji tej dokonywano zapisu parametrów stabilograficznych. Następnie wykonano badanie w tej samej pozycji z wyłączeniem kontroli wzrokowej. Każda próba trwała 30 sekund. Dokonano oceny 6 parametrów ruchu środka nacisku stóp:

1. SP – całkowita długość ścieżki liczona w obu osiach [mm];
2. SPAP – długość ścieżki statokinezjogramu liczona w kierunku osi Y – płaszczyzna strzałkowa [mm];
3. SPML – długość ścieżki statokinezjogramu liczona w kierunku osi X – płaszczyzna czołowa [mm];
4. MA – średnie wychylenie (promień) COP liczone w obu osiach [mm];
5. MV – średnia prędkość poruszania się punktu CO-P, liczona w obu osiach [mm/s];

The aim of this study was to analyze and assess stabilogram parameter values in women over 60 years of age, without visual control

### Material and methods

Subjects qualified for the study were women who could walk on their own, without help of any orthopaedic equipment (walking canes, crutches or walkers), over 60 years of age. Women who had suffered from strokes, Parkinson's disease, or from different disorders resulting in balance disorder, or women with serious sight deficits that could affect the sense of vertical and horizontal levels, were not qualified for this study. The studied women did not take any medicines that could adversely affect balance; neither did they participate in additional forms of physical activity that could affect balance.

The study population consisted of 98 women, aged 60 to 92 years ( $x=71$  years). The tests were conducted between April and July 2012. Consent to conduct the tests was obtained from the Bioethic Commission of the Department of Medicine at the University of Rzeszów (consent number 8/05/2012). The subjects expressed informed consent to participate in the study.

Balance assessment was performed with the use of the CQStab2P two plate stabilometric platform. The tests consisted of two trials. Prior to the tests, the subjects had rested for 5 minutes in sitting position. Then, the subjects had to step barefoot onto the stabilometric platform (one foot was placed on one platform, the other foot on the other platform). Both platforms were levelled to form a single surface. The subject stood in their habitual position on the stabilometric platform, with their arms along their bodies and with their feet placed under their hips. Then, the stabilographic parameters were recorded. Then, the test was repeated in the same position, without visual control. Each trial lasted 30 seconds. We analyzed values of stabilogram parameter that characterize the stability of the balance process. We assessed 6 different parameters of the center of foot pressure:

1. SP – total path length, on both axes, in millimetres.
2. SPAP – statokinesigram path length on the OY axis (the sagittal plane), in millimetres.
3. SPML – statokinesigram path length on the OX axis (the coronal plane), in millimetres.
4. MA- the mean amplitude (radius) of the COP, on both axes, in millimetres
5. MV – mean velocity of COP movement, on both axes, in millimetres
6. SA- sway area of the COP point, in square millimetres.

The statistical analysis of the obtained results was conducted with the use of the Statistica programme. To assess the variability within the group in the tests with and without visual control, the Wilcoxon signed-rank test was applied. The statistical significance was set at  $p<0.05$ .

6. SA – wielkość pola powierzchni zakreslanego przez COP [mm<sup>2</sup>].

Do analizy statystycznej wykorzystano test kolejności par Wilcoxona, służący do oceny zmienności wewnątrzgrupowej, jaka zachodzi w badaniach prowadzonych z włączoną oraz wyłączoną kontrolą wzrokową. Za poziom istotności statystycznej przyjęto  $p < 0,05$ , a wyniki istotne zaznaczono „wytluszczonym” drukiem i oznaczono gwiazdką (\*).

## Wyniki

Na podstawie uzyskanych wartości, będących miarami opisującymi wielkości przemieszczeń krzywej stabilogramu, porównano parametry równowagi badanych kobiet, w próbie wykonanej z oczami otwartymi oraz zamkniętymi. Wartości parametrów obliczonych z krzywych stabilogramów dla obu prób zestawiono w tabeli 1.

Zaobserwowano, że długość drogi COP uległa wydłużeniu w próbie z oczami zamkniętymi. Wyłączenie kontroli wzrokowej spowodowało wydłużenie drogi COP średnio o 16,5 mm, jednak uzyskana różnica nie była statystycznie istotna ( $p = 0,1357$ ).

Zaobserwowano również, że występują istotne statystycznie różnice w wielkości amplitudy przemieszczeń stabilogramu liczonej w kierunku osi Y (płaszczyzna strzałkowa ruchu) pomiędzy badaniem wykonanym z oczami otwartymi a zamkniętymi. W próbie z oczami zamkniętymi (ryc.1) długość ścieżki w płaszczyźnie strzałkowej uległa wydłużeniu średnio o 44,45 mm ( $p = 0,0016^*$ ). Odwrotna sytuacja miała miejsce w przypadku analizy długości ścieżki w płaszczyźnie czołowej (ryc. 2). Zamknięcie oczu spowodowało zmniejszenie

The significant results were presented in bold and marked with an asterisk (\*).

## Results

On the basis of the obtained values, expressing the scale of movement of the stabilogram curve, we compared the sense of balance of the study population in trials with eyes open and eyes closed. Table 1 presents parameter values calculated for the stabilogram curves for both trials.

The analysis of SP parameter results revealed a tendency for a longer COP path in the trials without visual control. Closing eyes resulted in lengthening COP path by a mean of 16.5 mm; however, the difference was not statistically significant ( $p=0.1357$ ).

The analysis of results concerning statokinesigram path length on the OY axis (movement in the sagittal plane) led us to conclude that there were statistically significant differences in the value of the stabilogram amplitudes for the tests with eyes open and with eyes closed. In the trial with eyes closed (Figure 1), the path length in the sagittal plane was longer by a mean of 44.45 mm ( $p=0.0016$ ). In contrast, in case of path length in the coronal plane (Figure 2.), closing eyes resulted in a decrease of COP amplitude by a mean of 32.97 mm ( $p=0.0028$ ).

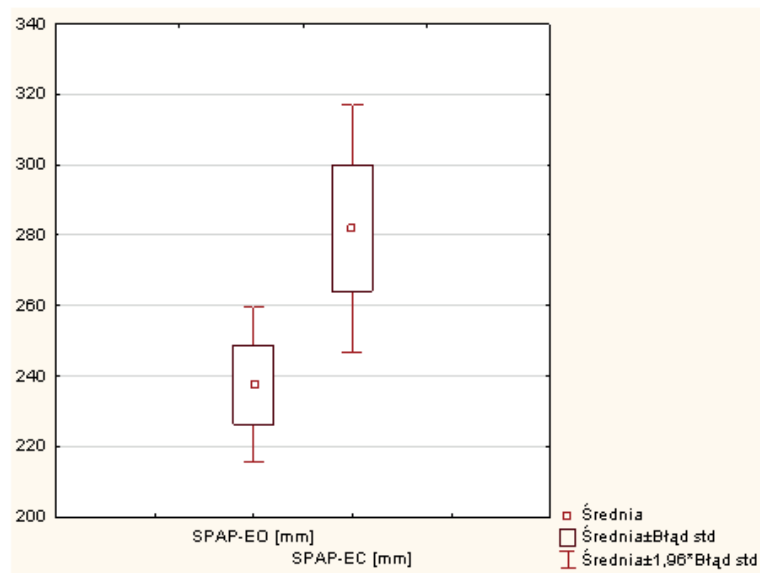
The analysis of the remaining stabilogram parameter values (MA, MV, SA) revealed higher values of these parameters in the studied women in the trials with eyes closed, however, the differences in relation to the parameter values in trials with eyes open were not statistically significant.

Tab. 1. Wartości parametrów ruchu COP w uzyskane w próbie z oczami otwartymi (EO) oraz zamkniętymi (EC)

Tab.1. COP movement parameters achieved in the test with eyes opened (EO) and closed (EC)

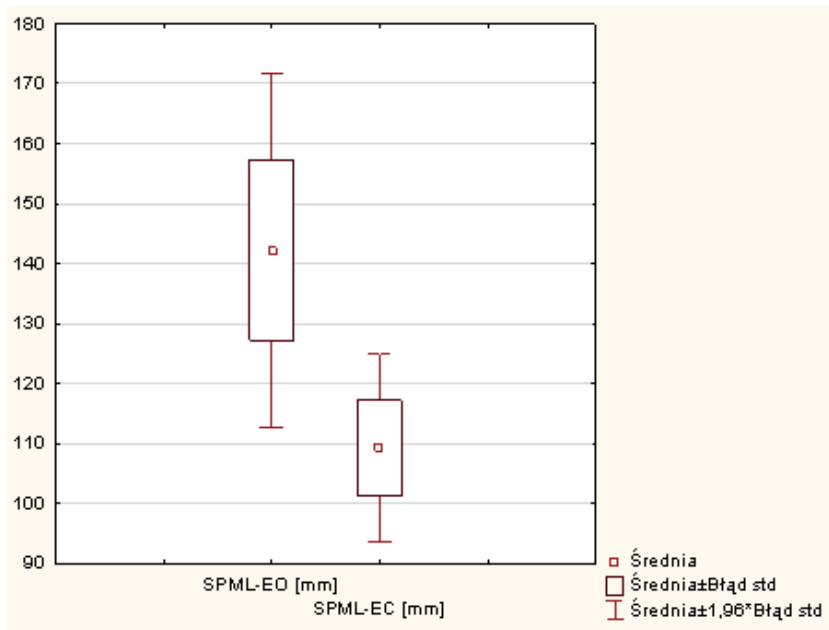
| Zmienne Variables        | Badana grupa / Study group |               |               | Z             | p              |
|--------------------------|----------------------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
|                          | $\bar{x}$                  | Me            | s             |               |                |
| SP-EO [mm]               | 307,84                     | 244,50        | 196,18        | 1,4916        | 0,1357         |
| SP-EC [mm]               | 324,34                     | 255,50        | 209,43        |               |                |
| <b>SPAP-EO [mm]</b>      | <b>237,51</b>              | <b>205,50</b> | <b>114,83</b> | <b>3,1471</b> | <b>0,0016*</b> |
| <b>SPAP-EC [mm]</b>      | <b>281,96</b>              | <b>219,00</b> | <b>182,44</b> |               |                |
| <b>SPML-EO [mm]</b>      | <b>142,21</b>              | <b>99,00</b>  | <b>153,79</b> | <b>2,9843</b> | <b>0,0028*</b> |
| <b>SPML-EC [mm]</b>      | <b>109,24</b>              | <b>85,50</b>  | <b>81,34</b>  |               |                |
| MA-EO [mm]               | 4,58                       | 4,15          | 2,21          | 1,8477        | 0,0647         |
| MA-EC [mm]               | 6,11                       | 4,20          | 7,80          |               |                |
| MV-EO [mm/s]             | 10,26                      | 8,15          | 6,54          | 1,5172        | 0,1292         |
| MV-EC [mm/s]             | 10,81                      | 8,50          | 6,98          |               |                |
| SA-EO [mm <sup>2</sup> ] | 663,46                     | 264,00        | 1164,60       | 0,2026        | 0,8393         |
| SA-EC [mm <sup>2</sup> ] | 797,35                     | 233,00        | 1942,95       |               |                |

SP – całkowita długość ścieżki liczona w obu osiach (2D); SPAP – długość ścieżki statokinezjogramu liczona w kierunku osi Y (płaszczyzna strzałkowa); SPML – długość ścieżki statokinezjogramu liczona w kierunku osi X (płaszczyzna czołowa); MA – średnie wychylenie (promień) COP, liczone w obu osiach (2D); MV – średnia prędkość poruszania się punktu COP liczona w obu osiach (2D); SA – wielkość pola powierzchni zakreslanego przez COP; EO – oczy otwarte, EC – oczy zamknięte.  
EO – eyes opened, EC – eyes closed



Ryc. 1. Porównanie wartości długości ścieżki statokineziogramu w płaszczyźnie strzałkowej w próbie z oczami otwartymi (EO) oraz zamkniętymi (EO)

Fig. 1. Comparison of the statokinesiogram's path length in the sagittal plane of the test with eyes open (EO) and closed (EO)



Ryc. 2. Porównanie wartości długości ścieżki statokineziogramu w płaszczyźnie czołowej w próbie z oczami otwartymi (EO) oraz zamkniętymi (EO)

Fig. 2. Comparison of the *statokinesiogram's* path length in the frontal plane of the test with eyes open (EO) and closed (EO)

zakresu wychyleń COP o 32,97 mm ( $p=0,0028^*$ ).

Analizując pozostałe wartości parametrów stabilogramu (MA, MV, SA) stwierdzono, że badane kobiety osiągnęły wyższe wartości wyżej wymienionych parametrów w próbie z oczami zamkniętymi, jednak różnice w stosunku do wartości otrzymanych w badaniu z oczami otwartymi nie były istotne statystycznie.

## Dyskusja

W badaniach własnych uzyskano interesujące, ale nie w pełni jednoznaczne wyniki, świadczące o zróżnicowaniu

## Discussion

we obtained interesting, though slightly ambiguous results, revealing a certain divergence in reactions to factors that disturb the process of body balance control. The conducted tests revealed that excluding visual control results in an increase of most of the stabilogram parameter values. It is assumed that the greater the changeability of stabilogram parameters is, the worse is the balance of the studied subjects. The greater differences in the values of body sway that we obtained in the trials without visual control point to the fact that visual information

w reakcjach na czynniki zakłócające proces kontroli równowagi ciała. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że wyłączenie kontroli wzroku powoduje zwiększenie wartości większości parametrów stabilogramu (SP, SPAP, MA, MV, SA). Przyjmuje się, że im większa jest zmienność parametrów stabilogramu, tym gorsza jest stabilność badanych osób. Stwierdzone w badaniach własnych większe różnice w wielkości wychwiał ciała po wyłączeniu bodźców wzrokowych świadczą o istotności informacji wzrokowej w zabezpieczeniu stabilności postawy ciała u starszych osób. Wraz z wiekiem dochodzi do osłabienia funkcji czuciowych i ruchowych, co w konsekwencji może spowodować niestabilność postawy, jak również zwiększone ryzyko upadków [2]. Dodatkowo wraz z wiekiem ulega pogorszeniu wzrok. Po 50 roku życia dochodzi do fizjologicznych zmian skutkujących osłabieniem wielu wizualnych zdolności, takich jak: ostrość wzroku, wrażliwość na kontrast, wrażliwość na oślepienie, widzenie w ciemności itp. Wraz z pogarszającym się wzrokiem i kontrolą równowagi dochodzi do zwiększenia ryzyka upadków. Szczególną rolę w wykrywaniu zaburzeń równowagi pełni badanie stabilności postawy na platformie. Badanie dostarcza informacji na temat stabilności mechanizmów kontrolnych równowagi [7]. Powszechnie stosowana procedura dostarczająca dodatkowych informacji polega na włączaniu i wyłączaniu kontroli wzroku podczas badania. Różnice w parametrach równowagi, zaobserwowane w różnych warunkach (oczy otwarte/zamknięte), dostarczają informacji o roli bodźców wzrokowych i ich integracji z innymi systemami sensorycznymi w procesie utrzymania równowagi [12].

W badaniach własnych zaobserwowano, że całkowita droga rzutu środka nacisku stóp uległa wydłużeniu w próbie z wyłączeniem kontroli wzrokowej. Podobne zależności zaobserwowali Famuła i wsp. Autorzy dowiedli, że wyłączenie kontroli wzrokowej spowodowało kompensacyjne zwiększenie amplitudy wychyleń, czego rezultatem było wydłużenie drogi COP [6]. Okazuje się, że udział kontroli wzrokowej jest istotny dla zachowania stabilniejszej postawy ciała. Obserwacje Lord'a i wsp. również wskazują, że kontrola wzrokowa pozwala na uzyskanie bardziej stabilnej postawy, gdyż zamknięcie oczu spowodowało zwiększenie wychwiał ciała o około 20–70% w badanej grupie [13]. Podobne dane otrzymał Speere oraz Choy i wsp. Badacze wykazali, że wyłączenie kontroli wzrokowej przez osoby starsze, powoduje pogorszenie parametrów równowagi. Wynik taki potwierdza bardzo silne zależności zdolności kontroli równowagi ciała od wzroku [14, 15].

W badaniach własnych kobiety uzyskały mniejsze wartości długości ścieżki w płaszczyźnie czołowej w próbie z wyłączoną kontrolą wzrokową w porównaniu do próby z oczami otwartymi. Wynik ten jest sprzeczny z obserwacjami Bryant'a i wsp., którzy zaobserwowali, że wyłączenie kontroli wzroku spowodowało uzyskanie

is significant in the process of body stability control in elderly subjects. Sensing and movement functions weaken with age, which in turn may lead to body instability, and an increased risk of falls [2]. In addition, sight also deteriorates with age. After 50 years of age, several physiological changes occur that result in the weakening of several visual abilities, such as: sharpness of the vision, sensitivity to contrasts, sensitivity to blinding, vision in the dark etc. Along with worsening sight and balance control, an increased risk of falls follows. The test of postural stability on the platform plays a particular role in diagnosing balance disorders. The test provides various information on the stability of balance control mechanisms [7]. A common procedure that provides additional information consists in including and excluding visual control during tests. Differences in balance parameters observed in different conditions (eyes open/ eyes closed) provide information on the role of visual stimuli and on their integration with other sensory systems that play role in the process of maintaining balance [12].

Our study revealed that the total path length of the COP projection had a tendency to lengthen along with excluding visual control. Famuła et al. observed similar correlation. They proved that excluding visual control resulted in compensatory increase of sway amplitude, which resulted in an increase of COP path length [6]. It turned out that the role of visual control is significant for maintaining stable body posture. Observations of Lord et al. also point out that visual control allows for a more stable posture, as closing eyes resulted in body sway increase by approximately 20-70% in their study population [13]. Speere and Choy et al. in their studies obtained analogical information. They proved that excluding visual control in elderly subjects resulted in worsening of results. It also points at the very strong correlation between the ability to control body posture and the sense of sight [14,15].

In our study, women had lower values of path length in the trials without visual control than in the trials with visual control in the coronal plane. This result contradicts observations by Bryant et al, who observed that subjects had worsened COP results (i.e. COP had increased values) without visual control in both planes – the coronal plane and the sagittal plane [16]. A path shortening in the eyes closed trial may be explained in the following way: in case of a short lack of visual control, the subjects focused intensively on what they had to do. The fact that humans have two points of support in the coronal plane, and that in the sagittal plane the body is supported on one axis only, may have led to the subjects' getting higher stabilographic parameters in the sagittal plane in the trials with eyes closed.

Summary: Postural control is based on information from proprioceptors and receptors in the skin, as well as the sight organ and the sense of balance. The sight provides information on the location of the body in

przez badanych wyższych wartości długości COP w obu płaszczyznach – czołowej i strzałkowej [16]. Skrócenie ścieżki w próbie z oczami zamkniętymi można wytłumaczyć tym, że w przypadku chwilowego braku kontroli wzrokowej u badanych występowała większa koncentracja i skupienie uwagi na wykonywanej pracy. Fakt, że człowiek ma dwa punkty podparcia ciała w płaszczyźnie czołowej, a w płaszczyźnie strzałkowej ciało oparte jest na jednej osi, mógł wpłynąć na uzyskanie przez badanych wyższych parametrów stabilograficznych w płaszczyźnie strzałkowej w próbie z oczami zamkniętymi.

Sterowanie postawą opiera się na informacjach pochodzących z proprioceptorów i receptorów skórnych, oraz narządu wzroku i zmysłu równowagi. Wzrok, dostarcza informacji o przestrzennej pozycji ciała względem punktów odniesienia. Na bazie jego informacji następuje planowanie zarówno lokomocji człowieka, jak również unikanie przeszkód na drodze [17]. Wraz z wiekiem dochodzi do stopniowego osłabienia czynności receptorów wzroku, czucia głębokiego i przedsionków [18]. Skutkuje to pogorszeniem zdolności sterowania ruchami zabezpieczającymi proces utrzymywania równowagi. Z uwagi na dostępność obiektywnych i nieinwazyjnych metod oceny równowagi zaleca się zbadać pacjenta przed terapią, zarówno podczas próby z oczami otwartymi, jak i zamkniętymi. Umożliwiłoby to zaprogramowanie i wdrożenie odpowiednich ćwiczeń równoważnych, realizowanych również z w warunkach wyłączenia kontroli wzrokowej. Skutkowałyby to poprawą stabilności posturalnej w sytuacji braku możliwości kontroli równowagi z wykorzystaniem narządu wzroku.

## Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych badań zaobserwowano, że:

1. Wyłączenie kontroli wzrokowej prowadzi do istotnego wydłużenia długości ścieżki stabilogramu w płaszczyźnie strzałkowej (SPAP);
2. Długość ścieżki w płaszczyźnie czołowej (SPML) ulega skróceniu w próbie z oczami zamkniętymi.

space in relation to points of reference. On the basis of its information, human locomotion and obstacle avoidance is planned [17]. A gradual weakening process of visual receptors, proprioception and vestibules takes place with age [18]. It results in deterioration of the ability to steer movements that strengthen the process of maintaining balance. Objective and non-invasive methods of balance assessment are easily available, so each patient prior to the therapy should be tested for balance with and without visual control. This would enable the planning and applying relevant balance exercises, practiced also without visual control. These would lead to postural stability improvement in situations where balance control with visual control cannot be used.

## Conclusions:

on the basis of the study conducted we made the following observations:

1. Exclusion visual control causes significant increase of the path length in the sagittal plane of stabilogram.
2. Path length in the frontal plane (SPML) is reduced in trial with eyes closed

## Piśmiennictwo / References

1. Błaszczyk W, Czerwos L. Stabilność posturalna w procesie starzenia. *Gerontol Pol* 2005;13(1):25-36.
2. Sturnieks DL, George R, Lord SR. Balance disorders in the elderly. *Neurophysiol Clin* 2008;38:467-478.
3. Bateni H. Changes in balance in older adults based on use of physical therapy vs the Wii Fit gaming system: a preliminary study. *Physiotherapy* 2011, doi:10.1016/j.physio.2011.02.004; dostępny pod adresem URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0031940611000472>
4. Qiu F, Cole MH, Davids KW i wsp. Enhanced somatosensory information decreases postural sway in older people. *Gait Posture* 2012;35(4):630-635.
5. Skalska A, Gałaś A. Upadki jako czynnik ryzyka pogorszenia stanu funkcjonalnego w starszym wieku. *Gerontol Pol* 2011;19(3-4):150-160.
6. Famuła A, Nowotny-Czupryna O, Brzek A, Nowotny J, Kita B. Telereceptive and proprioceptive control of balance vs. body stability in elderly people. *Ortop Traumatol Rehabil* 2008;10(4):384-395.
7. Moghadam M, Ashayeri H, Salavati M i wsp. Reliability of center of pressure measures of postural stability in healthy older adults: effects of postural task difficulty and cognitive load. *Gait Posture* 2011;33(4):651-655.
8. Merlo A, Zemp D, Zanda E i wsp. Postural stability and history of falls in cognitively able older adults: The Canton

- Ticino study. *Gait Posture* 2012;24; dostępny pod adresem URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966636212002330>
9. Hiengkaew V, Jitaree K, Chaiyawat P. Minimal detectable changes of the berg balance scale, fugl-meyer assessment scale, timed “up & go” test, gait speeds, and 2-minute walk test in individuals with chronic stroke with different degrees of ankle plantarflexor tone. *Arch Phys Med Rehabil* 2012;93(7):1201-1208
  10. Borowicz A, Wieczorowska-Tobis K. Ocena ryzyka upadku u osób starszych przebywających na oddziale rehabilitacyjnym. *Geriatrics* 2011;5:13-18.
  11. Kostiukow A, Rostkowska E, Samborski W. Badanie zdolności zachowania równowagi ciała. *Ann Acad Med Siles* 2009;55(3):102-109.
  12. Schmid M, Casabianca L, Bottaro A, Schieppati M. Graded changes in balancing behavior as a function of visual acuity. *Neuroscience* 2008;153(4):1079-1091.
  13. Lord SR, Menz HB. Visual contributions to postural stability in older adults. *Gerontology* 2000;46: 306-310.
  14. Speere RA, Ashton – Miller JA, Schulz AB, Alexander NB. Age differences in abilities to perform tandem stand and walk tasks of graded difficulty. *Gait and Posture* 1998;7:207 – 213.
  15. Choy NL, Brauer S, Nitz J. Changes in postural stability in women aged 20 to 80 years. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2003;58:525-530.
  16. Bryant EC, Trew ME, Bruce AM, Kuisma RM, Smith AW. Gender differences in balance performance at the time of retirement. *Clin Biomech* 2005;20(3):330-335.
  17. Winter DA. Human balance and posture control during standing and walking. *Gait & Posture* 1995;3:193-214.
  18. Czesak J, Szczygieł A, Żak M. Wpływ postępowania fizjoterapeutycznego na wskaźnik symetryczności obciążania kończyn dolnych u osób po 65 roku życia— badanie pilotażowe. *Gerontol Pol* 2011;19(3-4):171-175.

**Adres do korespondencji / Mailing address:**

Justyna Rykała

Instytut Fizjoterapii, Wydział Medyczny,

Uniwersytet Rzeszowski

ul. Warszawska 26a, 35-205 Rzeszów

justynarykala@o2.pl