

Joanna GOLEC<sup>1</sup>  
Karolina GOŁASZEWSKA<sup>2</sup>  
Małgorzata KAMIŃSKA<sup>3</sup>  
Elżbieta SZCZYGIEL<sup>1</sup>  
Piotr GOLEC<sup>3</sup>  
Piotr TOMASZEWSKI<sup>4</sup>

## Ocena zaburzeń równowagi oraz postawy ciała w chorobie zwyrodnieniowej i osteoporozie

### Evaluation of disorder of balance and posture in the osteoarthritis and osteoporosis

<sup>1</sup>Wydział Zdrowia i Nauk Medycznych  
Krakowska Akademia im. Andrzeja Frycza  
Modrzewskiego, Kraków  
Kierownik:  
prof. dr hab. n. med. Bogusław Frańczuk

<sup>2</sup>Zakład Rehabilitacji w Traumatologii Katedry  
Rehabilitacji Klinicznej, Akademii Wychowania  
Fizycznego im. Bronisława Czecha w  
Krakowie  
Kierownik Zakładu:  
dr Elżbieta Ciszek

<sup>3</sup>Klinika Chirurgii Urazowej i Ortopedii  
5. Wojskowego Szpitala Klinicznego z Poli-  
kliniką  
Samodzielny Publiczny Zakład Opieki Zdro-  
wotnej w Krakowie  
Kierownik Kliniki:  
prof. dr hab. n. med. Edward Golec

<sup>4</sup>Uniwersytet Jagielloński Collegium Medicum.

Celem pracy była ocena wybranych parametrów stabilności ciała w oparciu o badania stabilograficzne oraz fotogrametryczna ocena zaburzeń postawy. Badania przeprowadzono wśród 61 osób, w tym 40 kobiet (65,6%) oraz 21 mężczyzn (34,4%). Materiał badany stanowiło 12 chorych z osteoporozą – Grupa I, 15 ze zmianami zwyrodnieniowymi stawu biodrowego – Grupa II oraz 34 osoby bez dolegliwości bólowych, oceniające swój stan zdrowia jako dobry – Grupa III. Na podstawie analizy przeprowadzonych badań wysnuto wnioski, iż zaburzenia narządu ruchu obniżają kontrolę stabilności. Ustawienie kręgosłupa C7-S silnie koreluje z dystrybucją nacisku na podszwawą stronę stóp w grupie chorych z osteoporozą oraz zmianami zwyrodnieniowymi stawu biodrowego. Zaobserwowano, że w Grupie II występowała największa różnica dystrybucji nacisku w płaszczyźnie strzałkowej i czołowej. Również w tej grupie zaobserwowano największą niestabilność posturalną na podstawie analizy wartości parametru Width.

The aim of the study was to evaluate selected parameters of postural stability based on stabilographic and photogrammetric evaluation of posture disorders. The study was conducted among 61 people, including 40 women (65.6%) and 21 men (34.4%). The test material consisted of 12 patients with osteoporosis - Group I, 15 with osteoarthritis of the hip - Group II and 34 people without pain, assessing their health as good - Group III. Based on the analysis of the conducted research there is a conclusion that musculoskeletal disorders reduce stability control. Position of the spine C7-S highly correlates with the distribution of pressure on the plantar foot side in patients with osteoporosis and osteoarthritis of the hip. In Group II the maximum difference of distribution of pressure in the sagittal and coronal plane was observed. Also in this group, the largest postural instability was observed based on the value of the Width parameter.

#### Słowa kluczowe:

parametry stabilograficzne i fotogrametryczne, choroba zwyrodnieniowa, osteoporoza

#### Key words:

stabilographic and photogrammetric parameters, osteoarthritis, osteoporosis

Adres korespondencyjny:  
Joanna Golec,  
Krakowska Akademia im. Andrzeja Frycza  
Modrzewskiego,  
Wydział Zdrowia i Nauk Medycznych,  
ul. G. Herlinga-Grudzińskiego 1  
30-705 Kraków,  
e-mail: jgolec@afm.edu.pl

#### Wstęp

Starzenie się społeczeństw stanowi powszechny problem współczesnego świata. Wiąże się z wieloma konsekwencjami społecznymi, psychologicznymi, politycznymi oraz ekonomicznymi. Badania statystyczne wykazują, że w Polsce w 2000 roku osoby powyżej 65 roku życia stanowiły 12,3% ogółu populacji. Według statystyk Światowej Organizacji Zdrowia wiek wykazuje korelację ze wskaźnikami niesprawności. [1,2,3]. Starzejącej się populacji towarzyszy wiele schorzeń skutkujących nieuchronnie zaburzeniami kontroli równowagi oraz postawy w konsekwencji prowadzących do nierzadko tragicznych w skutkach upadków. Pośród nich, stale rosnącą grupę stanowią chorzy z osteoporozą i zmianami zwyrodnieniowymi stawów [4,5]. Zaburzenia równowagi i upadki stanowią następstwo procesów fizjologicznych oraz wielu chorób wieku podeszłego. Zmiany w przebiegu choroby zwyrodnieniowej stawów i wielu innych chorób zwiększają ryzyko utraty równowagi. Jest to wynik m.in. upośledzenia percepcji wizualnej, zmian w

aparacie błędnikowo-przedśionkowym, upośledzeniu koordynacji ruchowej czy też zaniku mięśni oraz zmian w aparacie więzadłowym [1]. Równocześnie osteoporoza na przełomie XX i XXI wieku urosła do rangi jednego z istotniejszych problemów zdrowotnych w skali świata [6]. Obserwowane nieprawidłowe wzorce ruchowe są dodatkową przyczyną przeciążeń kości prowadzącą do zaburzeń prawidłowej postawy ciała, a w dalszej konsekwencji do progresji deformacji narządu ruchu [7]. Powstające deformacje wpływają na zmianę pracy segmentów ruchowych całego kręgosłupa, skutkując zaburzeniami jego stabilności, przyczyniając się do zaburzeń równowagi ciała.

Powszechność problemu związanego z zaburzeniami postawy oraz stabilności i kontroli równowagi w naszej populacji, towarzyszący szczególnie często osobom dotkniętym chorobą zwyrodnieniową stawów biodrowych oraz osteoporozą, stanowiąc istotne zagadnienie z punktu widzenia klinicystów. Wobec tych faktów, wybór odpowiedniej me-

tody oceny postawy ciała i sprawności układu równowagi nabiera wysokiego znaczenia.

### Cel pracy

Celem pracy była ocena występowania zaburzeń równowagi i postawy ciała u osób z chorobą zwyrodnieniową stawu biodrowego oraz z osteoporozą. Postawiono następujące pytania badawcze:

1. Czy występujące zaburzenia narządu ruchu mają wpływ na zmianę wybranych parametrów stabilności ciała w oparciu o badanie stabilograficzne?

2. Czy istnieje korelacja pomiędzy ustawieniem kręgosłupa C7-S a dystrybucją nacisku na podszwawą stronę stóp w płaszczyźnie strzałkowej i czołowej?

3. Jak w analizowanych grupach badanych prezentują się różnice dystrybucji nacisku na podszwawą stronę stóp w płaszczyźnie strzałkowej i czołowej?

4. Jakie są różnice parametru width określającego zakres oscylacji w badanych grupach na podstawie pedobarografii?

### Material i metody

Material badany stanowiła grupa 61 osób, w tym 40 kobiet, co dało 65,6% oraz 21 mężczyźni, stanowiących 34,4% ogółu. Wiek włączonych do badania wahał się w granicach od 38 do 87 roku życia, średnia wieku wynosiła 59 lat. Osoby zakwalifikowane do badania zostały podzielone na trzy grupy.

Grupę I stanowiło 12 chorych z osteoporozą, tj. (20%), w wieku od 51 do 85 lat (średnia wieku  $\pm 58$ ), w tym 11 kobiet, czyli (92%) oraz 1 mężczyzna (8%). Pośród wszystkich badanych w tej grupie wartość BMD („bone mineral density” – gęstość mineralna kości) była mniejsza niż 2,5 odchylenia standardowego poniżej wartości szczytowej (T-score  $< -2,5$ ). Średnia wysokość ciała w tej grupie wynosiła 164 cm, zaś średnia masa ciała to 64 kg.

Grupę II stanowiło 15 chorych, czyli (24%), w tym 11 kobiet (73%) i 4 (27%) mężczyźni, z rozpoznanymi wczesnymi zmianami zwyrodnieniowymi stawów biodrowych, których przebieg kliniczny oraz morfologia nie stanowiły kwalifikacji do przeprowadzenia alopastyki całkowitej. Wiek wahał się od 42 do 77 lat (średnia wieku  $\pm 65$ ). U 7 osób pośród badanych problem dotyczył prawego stawu biodrowego, u 6 – lewego, zaś 2 osoby cierpiały z powodu obustronnych zmian zwyrodnieniowych stawów biodrowych. Uśredniona wysokość ciała w tej grupie to 165 cm, natomiast średnia masa ciała 72 kg.

Grupę III stanowiły 34 osoby, co stanowi 56% subiektywnie oceniające swój stan zdrowia jako dobry, w wieku od 38 do 87 lat (średnia wieku  $\pm 55$ ), w tym 18 (53%) kobiet i 16 (47%) mężczyzn.

Średnia wysokość ciała wyniosła 169 cm, zaś średnia masa ciała 72 kg.

Badanie zostało przeprowadzone w latach 2012-2014 w Centrum Rehabilitacji „Zdrowie” w Krakowie, sfinansowane w ramach projektu WZiNM/DS/5/2013. Na przeprowadzenie badań uzyskano zgodę Komisji Bioetycznej nr 44/KBL/OIL/2012 z 04.04.2012 roku.

Pomiary zostały zrealizowane w oparciu o badanie fotogrametryczne Photogrammetrical Body Explorer. Umożliwia ono ocenę przestrzennego położenia poszczególnych segmentów ciała względem siebie. Do tego celu posłużono się markerami wykonanymi ze styropianu. Charakterystyczne punkty antropometryczne znajdujące się na linii mostka, kręgosłupa i okolicy stawów kończyn dolnych jak również obręczy barkowej zostały zaznaczone na ciałach badanych. Do badania chorzy przyjmowali ściśle określone pozycje podane przez lekarza. Wyniki rejestrowano w postaci cyfrowych obrazów przy pomocy dwóch aparatów, będących dwoma osobnymi źródłami promieni świetlnych o zbieżnym przebiegu. Wyniki badań uzyskane na podstawie graficznej prezentacji przedstawiały rzuty punktów pomiarowych połączonych odcinkami na trzech płaszczyznach odniesienia oraz formę tabelaryczną, zestawiającą wartości kątowe między tymi odcinkami.

Wszystkich badanych poddano również ocenie pedobarograficznej. Wykorzystano w tym celu system urządzeń do badania i analizy rozkładu dystrybucji nacisku stóp (COP) na podłoże składający się z platformy posturograficznej PEL 38 oraz programu komputerowego TWIN 99, służącego do gromadzenia i analizy danych. Platforma zawiera 1024 czujniki ze zdolnością rozdzielczą 1/cm<sup>2</sup>, częstotliwość odczytu sygnałów wynosiła 100 Hz. Zasadą działania platformy jest zmiana oporności elektrycznej gąbki w zależności od wartości sił powodujących jej ściskanie. Zmianę rezystencji odczytywano przez układ elektrod umieszczonych na platformie badawczej. Wynik przeprowadzonego badania prezentowano na bieżąco na monitorze komputera po przetworzeniu na postać cyfrową. Kolejne badania poprzedzone były kontrolą poziomego ustawienia platformy z tolerancją +/- 2mm. Przed przystąpieniem do badania do pamięci komputera wprowadzono dane osoby badanej takie jak (imię, nazwisko, wiek, wzrost, masa ciała, oraz długość stopy). Czas badania wynosił 30 sekund. Otrzymane wykresy ilustrujące wychwiania w płaszczyźnie strzałkowej (YZ) wskazują na przemieszczanie się środka nacisku stóp w funkcji czasu. Oś pionowa przedstawia odległość w milimetrach, zaś na osi poziomej ukazane są kolejne pomiary zarejestrowane w czasie 30-sto sekundowego badania. Wykresy ilustrują także przemieszczanie się środka nacisku stop (COP- center of foot pressure), który

w warunkach statycznych jest rzutem środka ciężkości ciała (COG-center of gravity) na płaszczyznę podparcia, osobno dla osi strzałkowej i czołowej oraz wykres przedstawiający szybkość tych przemieszczeń. Zakres wychwiania COP i szybkość oscylacji wskazuje na stopień niestabilności badanego. Ponadto oprócz wykresów, wyniki badań stanowią także wartościowe podczas przeprowadzania dalszych analiz parametry np. Width, - określający zakres oscylacji COP w milimetrach.

Wykres niestabilności posturalnej jest trzecim wykresem, jaki tworzy program podczas przeprowadzania badania. Prezentuje on zmiany prędkości przemieszczania się COP w czasie badania. Na osi pionowej określona jest prędkość w jednostce mm/s, zaś na osi poziomej - kolejne pomiary jakich dokonano w trakcie 30 sekund. Otrzymane parametry niestabilności pozwalające na interpretację to:

> Path length - długość trajektorii centrum nacisku w milimetrach,

> Path area - obrazuje pole powierzchni figury, powstałej w wyniku połączenia liniami skrajnych punktów statokinezyjogramu w mm<sup>2</sup>,

> Avg.Q. speed - przedstawia szybkość średniokwadratową ruchu centrum nacisku w przód, tył i na boki w mm/s.

Uzyskane wyniki przedstawiono w sposób procentowy oraz poddano analizie statystycznej obliczając współczynnik korelacji Pearsona przy użyciu programu EXCEL 2007. Ponadto przy wykorzystaniu testu W Shapiro-Wilka, sprawdzono czy rozkład badanych zmiennych był normalny. Za poziom korelacji oraz ich interpretacji przyjęto następującą skalę:

$r_{XY} = 0$  zmienne nie są skorelowane;  $0 < r_{XY} < 0,1$  korelacja niska;  $0,1 = r_{XY} < 0,3$  korelacja słaba;  $0,3 = r_{XY} < 0,5$  korelacja przeciętna;  $0,5 = r_{XY} < 0,7$  korelacja wysoka;  $0,7 = r_{XY} < 0,9$  korelacja bardzo wysoka;  $0,9 = r_{XY} < 1$  korelacja prawie pełna [8]

### Wyniki

We wszystkich grupach włączonych do badania analizowano parametry stabilograficzne path length, path area, avg. Q. speed, oceniające niestabilność posturalną.

Oceniając średnie wartości długości trajektorii centrum nacisku Path length, w Grupie III odnotowano najniższe wartości - 32,47 mm, najwyższe świadczące o niestabilności zaś w Grupie II - 37,46 mm.

Oceniając parametr Path area czyli pole powierzchni figury, powstałej w wyniku połączenia liniami skrajnych punktów statokinezyjogramu, w Grupie I uzyskano najwyższą średnią wartość wynoszącą 19,25 mm<sup>2</sup>, świadczącą o najsłabszej kontroli stabilności. Najlep-

szą kontrolą stabilności charakteryzowali się włączeni do badania z Grupy II uzyskując 12,26 mm<sup>2</sup>.

Oceniając parametr Avg. Q. speed czyli szybkość średniokwadratową ruchu centrum nacisku w przód, tył i na boki, najniższy średni wynik uzyskano dla Grupy III – 0,98 mm/s a najwyższy dla Grupy II - 1,16 mm/s.

U wszystkich badanych przeprowadzono analizę korelacji ustawienia kręgosłupa mierzonego metodą fotogrametryczną (PBE), od wyrostka kolczystego C7 do postawy kości krzyżowej (C7-S) a dystrybucją nacisku na podszwawą stronę stóp w płaszczyźnie strzałkowej i czołowej w analizie pedobarograficznej. Analizując płaszczyznę strzałkową, w Grupie I zaobserwowano dodatnie słabą korelację, która wynosiła  $r=0,12$ . Natomiast w grupie II oraz III odnotowano ujemne słabe korelację stanowiące odpowiednio,  $r= - 0,17$  oraz  $r= - 0,32$  (Tab.IV). W żadnej z grup nie zaobserwowano, aby wychylenia tułowia w płaszczyźnie YZ oddziaływały w istotny sposób na zmiany rozkładu dystrybucji nacisku na podłoże.

Analizując płaszczyznę czołową, w grupie I oraz II zaobserwowano dodatnie wysokie korelacje, które kolejno wynosiły  $r=0,57$  oraz  $r=0,75$ . Natomiast w grupie III odnotowano dodatnią słabą korelację  $r=0,22$ . W dwóch pierwszych grupach średnia wychyleń tułowia w płaszczyźnie XY silnie oddziałuje na przenoszenie rozkładu sił nacisku na podłoże, czego nie zaobserwowano w grupie III.

U wszystkich włączonych do badania w Grupie I, II oraz III analizowano różnice dystrybucji nacisku na podszwawą stronę stóp w płaszczyźnie strzałkowej i czołowej wykorzystując pedobarografię.

W płaszczyźnie strzałkowej we wszystkich grupach badanych w większości obciążenie przypadało na tyłostopie. Średnia wartość procentowa dystrybucji nacisku na przodostopie w grupie I stanowiła 46,05%, na tyłostopie zaś 53,95%. W grupie II średnio przodostopie było obciążane w 45,37%, zaś tyłostopie w 54,63%, natomiast w grupie III, przodostopie odpowiednio 46,80%, tyłostopie 53,20% (Tab.III).

W płaszczyźnie czołowej średnia wartość procentowa obciążenia na stronę prawą w grupie I stanowiła 50,09%, na lewą 49,91%. W grupie II średnio prawa strona była obciążana w 50,60%, lewa zaś w 49,40%, natomiast w grupie III, strona prawa odpowiednio 49,76%, lewa 50,24% (Tab.IV).

U wszystkich badanych dokonano oceny parametrów stabilograficznych określających niestabilność posturalną w płaszczyźnie strzałkowej i czołowej.

Badając średnie wartości parametrów posturograficznych zakresu oscylacji - width w płaszczyźnie strzałkowej (anterozor-posterior) otrzymano największą średnią wartość wychwień w Grupie I u chorych z osteoporozą, która wynosiła 6,58 mm. Najmniejszą średnią wartość

**Tabela I.**

**Parametry niestabilności posturalnej w grupach badanych**

Średnie wartości parametrów			
Parametr/Grupa	Grupa I	Grupa II	Grupa III
Path length	36,1 [mm]	37,46 [mm]	32,47 [mm]
Path area	19,25 [mm <sup>2</sup> ]	12,26 [mm <sup>2</sup> ]	14,7 [mm <sup>2</sup> ]
Avg. Q. speed	1,12 [mm/s]	1,16 [mm/s]	0,98 [mm/s]

**Tabela II.**

**Wartość korelacji Pearsona pomiędzy wartościami kątowymi segmentu tułowia C7-S a parametrem określającym dystrybucję nacisku na podszwawą stronę stóp w poszczególnych grupach badanych w płaszczyźnie strzałkowej.**

GRUPA	WARTOŚĆ KORELACJI (wartość kątowa C7-S / dystrybucją nacisku na podeszwawą stronę stóp)	INTERPRETACJA
I	$r= 0,12$	dodatnia słaba korelacja
II	$r= - 0,17$	ujemna słaba korelacja
III	$r= - 0,32$	ujemna słaba korelacja

**Tabela III.**

**Wartość korelacji Pearsona pomiędzy wartościami kątowymi segmentu tułowia C7-S a parametrem określającym dystrybucję nacisku na podszwawą stronę stóp w poszczególnych grupach badanych w płaszczyźnie czołowej.**

GRUPA	WARTOŚĆ KORELACJI (wartość kątowa C7-S / dystrybucją nacisku na podeszwawą stronę stóp)	INTERPRETACJA
I	$r= 0,57$	dodatnia wysoka korelacja
II	$r= 0,75$	dodatnia bardzo wysoka korelacja
III	$r= 0,22$	dodatnia słaba korelacja

**Tabela IV.**

**Średnie wartości procentowe dystrybucji nacisku na przodo- oraz tyłostopie w badanych grupach w płaszczyźnie strzałkowej (anterior-posterior).**

	PRZODOSTOPIE [%]	TYŁOSTOPIE [%]	RÓŻNICA [%]
GRUPA I	46,05%	53,95%	7,9
GRUPA II	45,37%	54,63%	9,26
GRUPA III	46,80%	53,20%	6,4



wychwiań w Grupie I u chorych z osteoporozą, która wynosiła 6,58 mm. Najmniejszą średnią wartość wychwiań uzyskano natomiast w Grupie II 4,8 mm. W Grupie III średni zakres oscylacji środka ciężkości wynosił 5,23 mm. Badając średnie wartości parametrów posturograficznych zakresu oscylacji width w płaszczyźnie czołowej (lateral) otrzymano największą średnią wartość wychwiań w Grupie I czyli u chorych z osteoporozą, wynoszącą 4,33 mm. Niestabilność posturalna określana przez średnią wartość zakresu oscylacji width w Grupie II wyniosła 3,46 mm oraz 3,73 mm w Grupie III.

### Dyskusja

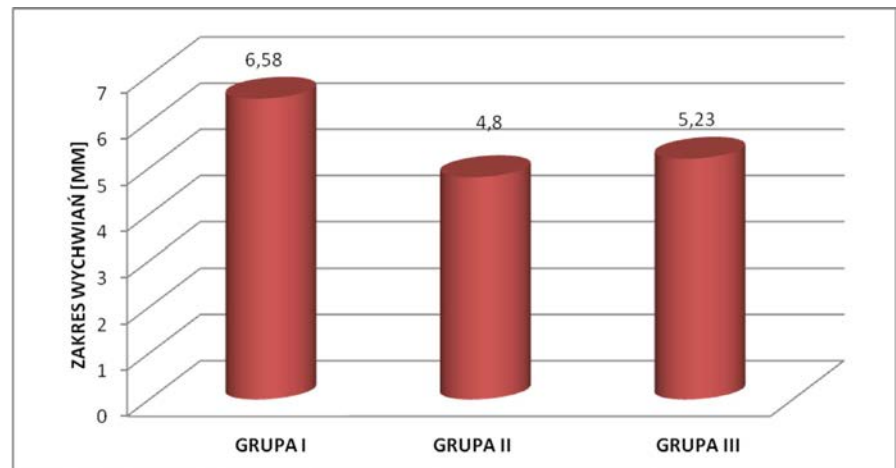
Powszechność problemu związanego z zaburzeniami stabilności i kontroli równowagi w naszej populacji, który towarzyszy szczególnie często osobom dotkniętym chorobą zwyrodnieniową stawów biodrowych oraz osteoporozą, stanowi istotne zagadnienie z punktu widzenia medycyny. Zważywszy na ten fakt wybór odpowiedniej metody oceny sprawności układu równowagi nabiera wysokiego znaczenia.

Watelain i wsp. [9] dokonali oceny przestrzennej analizy zmian układu kostno-stawowego pośród grupy badanej, którą stanowiło 17 osób ze zdiagnozowaną chorobą zwyrodnieniową stawów biodrowych. Grupę kontrolną stanowiły zdrowe, starsze osoby. Badania przeprowadzono przy wykorzystaniu systemu Vicon. Zaobserwowano, iż wraz z progresją zmian zwyrodnieniowych stawów biodrowych dochodzi do zaburzenia osi kręgosłupa lędźwiowo-krzyżowego, skrócenia fazy podparcia chodu, wydłużenia jego fazy przenoszenia, a także do wychylenia tułowia w kierunku do przodu. W badaniach własnych, wśród badanych w grupie II (chorzy ze zmianami zwyrodnieniowymi stawów biodrowych) u 14 osób, czyli u 93,33% odnotowano pochylenie segmentu C7-S do przodu. Chwała i wsp. [10] zwracają uwagę w swoich badaniach na boczne wychylenia tułowia, skrócenie czasu obciążania kończyny chorej, a także zmniejszenie długości kroku. U chorych ze zmianami zwyrodnieniowymi stawów biodrowych na zmiany długości kroków ma także wpływ osłabienie ekscentrycznej pracy mięśni tułowia, a także tendencja do przykurczu zginaczy stawu biodrowego. W badaniach własnych, zaobserwowano pośród badanych w grupie II zaburzenie równowagi dystrybucji nacisku w kończynach dolnych zarówno w płaszczyźnie strzałkowej jak i czołowej. Rongies i wsp. [11] posługując się badaniem pedobarograficznym dowiedli, że w przebiegu choroby zwyrodnieniowej stawów biodrowych dochodzi do zaburzenia symetrii w obciążaniu powierzchni podszwowej stóp ze znacznym przenoszeniem ciężaru ciała na kończynę zdrową. Ten pozornie ochronny mechanizm obciążania

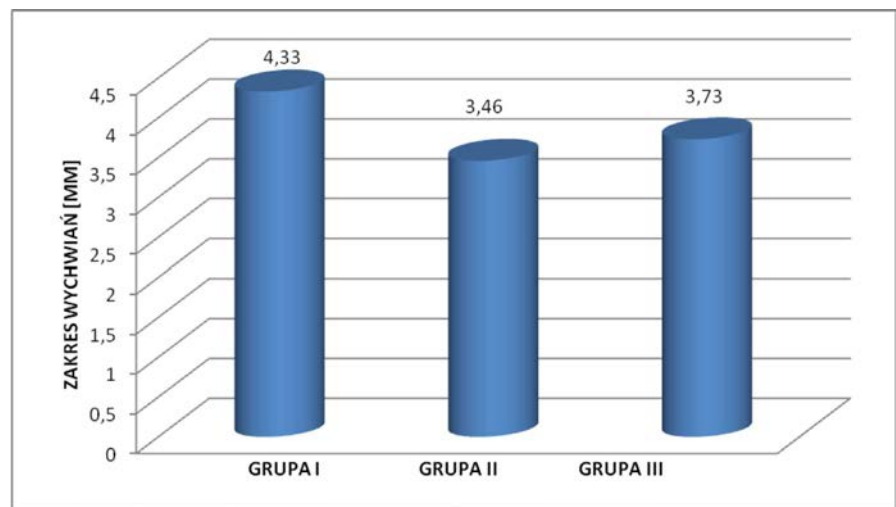
Tabela V.

Średnie wartości procentowe różnicy pomiędzy dystrybucją nacisku na prawą oraz lewą stronę w badanych grupach w płaszczyźnie czołowej (lateral).

	PRAWO [%]	LEWO [%]	RÓŻNICA [%]
GRUPA I	50,09%	49,91%	0,18
GRUPA II	50,60%	49,40%	1,2
GRUPA III	49,76%	50,24%	0,48



Rycina 1. Średnie wartości parametru width w płaszczyźnie strzałkowej (anterior-posterior).



Rycina 2. Średnie wartości parametru width w płaszczyźnie czołowej (lateral).

kończyny chorej, w konsekwencji w szybkim tempie doprowadza do przeciążenia kończyny obciążanej, a następnie do nasilenia zmian zwyrodnieniowych, w tym innych odcinków układu kostno-stawowego przebiegającego z zaburzeniami przestrzennej ich orientacji [12]. Według Hawrylak i wsp. [13] w przebiegu zmian warunków anatomicznych i mechanicznych najbardziej eksploatowanego stawu nośnego, jaki stanowi staw biodrowy, dochodzi do pogorszenia procesu utrzymywania równowagi ciała chorych. Problemy związane z wykryciem pierwszych

znaków niestabilności jest trudnym wyzwaniem zarówno dla lekarzy jak i dla pacjentów [14,15], fakt ten stanowi przesłankę do stworzenia właściwego algorytmu postępowania. Platformy stanowią popularne narzędzie wykorzystywane do oceny stabilności układu równowagi, a w ocenie wielu autorów wyniki testów posturograficznych oraz parametry statokinezyjogramu stanowią rzetelne i czułe mierniki oceny zaburzeń równowagi [15,16]. Obiektywne miary stabilności pozycji stojącej stanowią miary rozrzutu sygnału COP, których wzrost świadczy o ubytku stabilności,

zaś spadek o jej poprawie [17].

W wyniku interpretacji otrzymanych wartości parametrów statokinezygramu stwierdzono, iż wartości przemawiające za najsłabszą kontrolą stabilności uzyskała grupa II, w której długość trajektorii centrum nacisku oraz szybkość średniokwadratową ruchu centrum nacisku wynosiły odpowiednio: 37,47 [mm] oraz 1,16 [mm/s]. Wyniki pośród badanymi w grupie I oraz III nie różniły się znacząco. Przepuszczalnie można stwierdzić, iż na otrzymany wynik miała wpływ relatywnie niska liczebność grup oraz fakt, iż średnia różnica wieku pomiędzy grupą I a III wynosiła jedynie 3 lata. Grupa II stanowiła najstarszą pośród pozostałych grupę analizując średnią wieku, a co istotne z obserwacji wielu autorów wynika, że na stan pogorszenia się miar COP, przez co rozumiemy ich wzrost wpływa proces starzenia się [15]. Zatem poddając analizie otrzymane wyniki należy rozpatrywać je nie tylko poprzez czynnik chorobowy jak wpływ osteoporozy czy choroby zwyrodnieniowej stawów biodrowych, ale także uwzględnić znaczenie wieku pośród badanych, jako istotnego czynnika mającego wpływ na procesy związane z utrzymaniem stabilnej postawy.

Autorzy Skrzek A. i wsp. [18] przebadali 193 kobiety, które zostały podzielone na 3 grupy wiekowe (osoby 50-, 60-, 70-cio letnie). Cel pracy stanowiła analiza wybranych czynników ryzyka złamań, a także częstotliwość ich występowania u dorosłych i starszych kobiet. Oceniając stabilność ciała, zaobserwowali wyższe średnie wszystkich analizowanych parametrów stabilograficznych w kolejnych grupach wiekowych badanych, co oznacza pogarszanie się stabilności postawy wraz z wiekiem. Ponadto zaobserwowano wzrost zakresu wychwiał widoczny w postaci zwiększonego pola oscylacji COP oraz wydłużenia całkowitej długości ścieżki COP [18]. Zbieżne wyniki otrzymano w pracy własnej, gdzie długość ścieżki COP w grupie badanych z osteoporozą oraz zmianami zwyrodnieniowymi stawów biodrowych stanowiła wyższą wartość niż w grupie kontrolnej. Mając na uwadze wiele doniesień naukowych wskazujących, iż tak postawa ciała jak i równowaga ulegają znacznemu zubożeniu na skutek przebiegu choroby zwyrodnieniowej stawu biodrowego oraz osteoporozy, należy w tym miejscu szczególnie podkreślić użyteczność wykorzystania badania fotogrametrycznego oraz posturografii jako narzędzi pozwalających m.in. na interpretację zaburzeń ze strony narządu ruchu.

## Wnioski

1. Występujące zaburzenia narządu ruchu wpływają na zmianę wybranych parametrów stabilności ciała. Badani z Grupy III – kontrolnej, uzyskali najniższe wartości analizowanych paramet-

trów, co przemawia za mocniejszą kontrolą stabilności postawy w porównaniu do chorych z osteoporozą i chorobą zwyrodnieniową stawu biodrowego.

2. Ustawienie kręgosłupa mierzone od wyrostka kolczystego C7 do podstawy kości krzyżowej C7-S silnie koreluje z dystrybucją nacisku na podszwawą stronę stóp w grupie I oraz II w płaszczyźnie czołowej. W grupie III wykazano słabą korelację.

3. Grupa II charakteryzowała się największą różnicą dystrybucji nacisku w płaszczyźnie strzałkowej i czołowej. We wszystkich grupach badanych większe obciążenie przypadało na tyłostopie.

4. Najsłabszą kontrolę równowagi na podstawie analizy wartości parametru width zaobserwowano pośród badanych Grupy I. Niższą wartość parametru width otrzymano kolejno w grupie III oraz II, co przemawia za mniejszymi zaburzeniami równowagi.

## Piśmiennictwo

1. **Szpringer M, Wybraniec-Lewicka B, Czerniak G, Michalska M, Krawczyńska J.** Upadki i urazy wieku geriatrycznego. *Studia Medyczne* 2008; 9:77-81.

2. **Kachaniuk H.** Opieka nad zdrowiem osób starszych, W: *Zdrowie Publiczne*. (red. T Kulik, M. Latałski). Wyd. Czaję, Lublin 2002:293-309.

3. **Sztur-Jaworska B, Błędowski P, Dziegielewska M.** Podstawy gerontologii społecznej. Oficyna Wydawnicza ASPRA-JR, Warszawa 2006:221-240

4. **Genaro PS, Pereira GA, Pinheiro MM, Szejnfeld VL, Martini LA.** Influence of body composition on bone mass in post-menopausal osteoporotic women. *Arch Gerontol Geriat* 2010;51: 295-298.

5. **Di Monaco M, Vallero F, Di Monaco R, Tappero R.** Prevalence of sarcopenia and its association with osteoporosis in 313 older women following a hip fracture. *Arch Gerontol Geriat* 2011; 52:71-74.

6. **Wei-Li Hsu, Chao-Yin Chen, Jau-Yih Tsauo, Rong-Sen Yang.** Balance control in elderly people with osteoporosis. *J Formos Med Assoc* 2014;113: 334-339.

7. **Księżopolska-Pietrzak K.** Zasady rehabilitacji i ochrona narządu ruchu w osteoporozie, W: *Leczenie osteoporozy* (red. Lorenk R., Warenik-Szymanowicz A.). Wyd. Osteoforum, Warszawa 1999:159-176.

8. **Stanisz A.** Analiza korelacji. *Medycyna Praktyczna* 2000/10.

9. **Watelain E, Dujarin F, Babier F, Dubois D, Allard P.** Pelvic and lower limb compensatory actions of subjects in an early stage of hip osteoarthritis. *Arch Phys Med Reh* 2001:82-86.

10. **Chwała W, Serafin W, Marchewka A.** Biomechaniczna analiza zaburzeń chodu u osoby poddanej alloplastyce stawu biodrowego. *Fizjoter Pol* 2007; 2: 185-197.

11. **Rongies W, Bąk A, Lazar A, Dolecki W, Kolanowska-Kenczew T, Sierdziński J.** Próba wykorzystania badania pedobarograficznego do oceny skuteczności rehabilitacji u osób z chorobą zwyrodnieniową stawów biodrowych. *Ortop Traumatol Rehab* 2009;11:242-252.

12. **Golec J, Mazur T, Szczygiel E, Bac A, Czechowska D, Bacz D, Golec E.** Zaburzenia statyki ciała w chorobie zwyrodnieniowej stawu biodrowego w ocenie fotogrametrycznej. *Kwart Ortop* 2012;1:16-22.

13. **Hawrylak A, Weigel D, Barczyk K, Ostrowska B, Ratajczak B.** Wpływ zastosowanego leczenia na zachowanie się wybranych parametrów czynnościowych pacjentów po endoprotezoplastyce stawów biodrowych – doniesienia wstępne. *Fizjoter Pol* 2010; 3;4;10:222-233.

14. **Chaudhry H, Bukiet B.** Measurement of balance in computer posturography: Comparison of methods – a brief review. *J Body and Mov Ther* 2008;15: 159-162.

15. **Szczygiel E, Gędek R, Golec J, Bac A, Marchewka A, Walocha J, Golec E.** Analiza wybranych parametrów posturograficznych w określonych grupach wiekowych. *J Orthop Trauma Surg Relat Res* 2012;27:56-67.

16. **Cultrera P, Pratelli E, Petrai V, Postiglione M, Zambelan G.** Evaluation with stabilometric platform of balance disorders in osteoporosis patients. A proposal for a diagnostic protocol. *Clin Cases in Miner and Bone Metab* 2010;7:123-125.

17. **Błaszczak JW, Czerwisz L.** Stabilność posturalna w procesie starzenia. *Gerontol Pol* 2005;13:25-36.

18. **Skrzek A, Ignasiak Z, Domaradzki J.** Zmiany inwolucyjne narządu ruchu a ryzyko złamań. *Acta Bio-Opt Inform Med* 2011;17:179-183.