

Bartosz Rutowicz<sup>1</sup>, Wiesław Chwała<sup>2</sup>, Elżbieta Mirek<sup>3</sup>

## Wybrane wyznaczniki chodu w obrębie miednicy u chorych z chorobą Parkinsona usprawnianych metodą PNF (Proprioceptive Neuromuscular Facilitation)

<sup>1</sup> Z Instytutu Fizjoterapii Uniwersytetu Rzeszowskiego

<sup>2</sup> Z Zakładu Rehabilitacji w Neurologii i Psychiatrii AWF Kraków

<sup>3</sup> Z Zakładu Biomechaniki z Pracownią Biokinytyki AWF Kraków

*Choroba Parkinsona jest postępującą chorobą centralnego układu nerwowego o nieznannej etiologii. Jednym z głównych problemów funkcjonalnych osób nią dotkniętych są zaburzenia chodu.*

*Celem pracy było:*

- dokonanie biomechanicznej oceny ruchów miednicy w trzech płaszczyznach oraz wartości zmian kątowych w stawach biodrowych w płaszczyźnie strzałkowej u osób z chorobą Parkinsona,
- określenie wpływu terapii na zmiany wartości parametrów biomechanicznych (zmiany kątowe).

*Ocenie poddano trzech pacjentów (2 kobiety i mężczyzna) w przedziale wiekowym 72–80 lat, u których stwierdzono idiopatyczną chorobę Parkinsona. Badania zostały przeprowadzone przy użyciu systemu Vicon 250 w Pracowni Biokinytyki w Katedrze Antropomotoryki Akademii Wychowania Fizycznego w Krakowie. Zarówno pierwsze jak i drugie badanie dotyczyło fazy „on” i miało miejsce przed południem. zedziale wieku 40-65 lat.*

*Na podstawie pierwszego badania stwierdzono charakterystyczne dla każdego chorego zaburzenia chodu i zaplanowano indywidualnie dla każdego z nich terapię metodą PNF.*

*Pacjenci poddani zostali programowi rehabilitacji. Składało się na niego 15 sesji, a każda z nich trwała 45 minut i odbywała się indywidualnie (pacjent–terapeuta).*

*Po zakończeniu programu rehabilitacji przeprowadzono ponowne badanie chodu.*

*Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono:*

- u osób z chorobą Parkinsona przebieg zmian kątowych ruchów miednicy we wszystkich płaszczyznach jest specyficzny dla danej osoby i nie pokrywa się z wynikami w grupie kontrolnej,
- u osób z chorobą Parkinsona występuje zmniejszony zakres ruchów miednicy we wszystkich płaszczyznach,
- u pacjentów z dłuższym czasem trwania choroby, zmniejszył się zakres ruchów miednicy i podatność na usprawnianie zmierzające w kierunku poprawy ruchomości,
- u osób z chorobą Parkinsona występuje asymetria bocznych wychyleń miednicy (wyznacznik VI),
- u osób z chorobą Parkinsona często dochodzi do zmniejszenia zakresu ruchów stawów biodrowych w płaszczyźnie strzałkowej.

*Słowa kluczowe: choroba Parkinsona – PNF – system Vicon – analiza chodu*

### ***The influence of the PNF method exercises on patterns of changes chosen antagonistic hip's muscles of the patients with Parkinson's disease***

*Parkinson's disease (PD) is progressive disease of central nervous system with The aim of this work was:*

- take the biomechanical opinion of pelvic movements in three sagitalis and the value of angle changes

– assess the influence of the therapy on changes of biomechanical values

Three patients (2 females and 1 man, age: 72–80 y.o.) with idiopathic PD was objected. The investigations were conducted in the Biokinetic Laboratory of the Antropomotocity Cathedral at the Academy of Physical Education in Cracow with use of the Vicon 250 system.

Both, first and second investigation concerned “on” phase and was done before noon.

Control group contained random chosen healthy persons with 40–65 years old.

On the ground of first investigation it was found characteristic gait disorder and planned for each patient therapy of the PNF method.

Patients took part in rehabilitation program. It consisted of 15 sessions, each of them endured 45 minutes and hold severally (patient-therapist).

After rehabilitation program the testing was repeated.

On the basis received results it was found that:

– at the PD patients the course of the pelvic angular changes in all planes is specific for each person and doesn't agree with results of the control group,

– at the PD patients exist reduced range of movement of the pelvic,

– at the patients with longer time of duration of disease decreased susceptibility on rationalization,

– at the PD patients exist asymmetry steps out asymmetry of lateral shifts (determinant VI)

unknown etiology. One of the main functional problem of PD patients is gait disorder.

Key words: Parkinson's disease – PNF – Vicon system – gait analysis

## WSTĘP

Choroba Parkinsona jest postępującą chorobą centralnego układu nerwowego o nieznannej etiologii. Występuje na całym świecie i dotyczy wszystkich populacji. 70% wszystkich przypadków tej choroby zamyka się w przedziale wiekowym 50–70 lat.

Charakterystyczne jest występowanie tzw. triady parkinsonowskiej (drżenie spoczynkowe, sztywność mięśniowa, spowolnienie ruchowe), a także zgięciowej sylwetki ciała oraz zaburzeń praktyki przestrzennej [1]. Konsekwencją są zaburzenia chodu charakteryzujące się drobnymi krokami, obniżoną prędkością chodu, a także brakiem współruchów ze strony kończyn górnych. Problemem dla pacjenta jest zapoczątkowanie i zakończenie ruchu [1].

Analiza chodu pozwala nam lepiej poznać oraz zrozumieć jego mechanikę. Może mieć wpływ na planowanie procesu usprawniania, a po terapii, pozwala ocenić jej wyniki [2]. W literaturze światowej spotkać można różne narzędzia wykorzystywane do badań chodu. Są to zarówno proste testy funkcjonalne: „10 metrów” [3], „Up&Go” [4], „lokomocyjny według Chydziańskiego” [5], jak i bardziej złożone, oparte na optoelektronice pomiarowej [2].

Jednym z bardziej precyzyjnych urządzeń służących do trójwymiarowej analizy chodu jest system Vicon.

## CEL PRACY

1. Dokonanie biomechanicznej oceny ruchów oraz zmian kątowych miednicy w trzech płaszczyznach u osób z chorobą Parkinsona.

2. Określenie wpływu terapii na zmiany wartości parametrów biomechanicznych (zmiany katowe).

## MATERIAŁ I METODA BADAŃ

Program dotyczył trzech pacjentów (2 kobiety i mężczyzna) w przedziale wiekowym 72–80 lat, u których stwierdzono idiopatyczną chorobę Parkinsona. Byli oni poddani stałemu leczeniu farmakologicznemu. Nie występowały u nich także przeciwwskazania do wysiłku fizycznego, ani dodatkowe schorzenia narządu ruchu.

Grupę kontrolną stanowiły losowo wybrane osoby zdrowe w przedziale wieku 40–65 lat.

Badań dokonano w Pracowni Biokinytyki w Katedrze Antropomotoryki Akademii Wychowania Fizycznego w Krakowie. Zostały one przeprowadzone dwukrotnie (przed i po programie rehabilitacyjnym) przy użyciu systemu Vicon 250. Jest to optoelektroniczne urządzenie pomiarowe służące do rejestracji i analizy ruchu w przestrzeni trójwymiarowej.

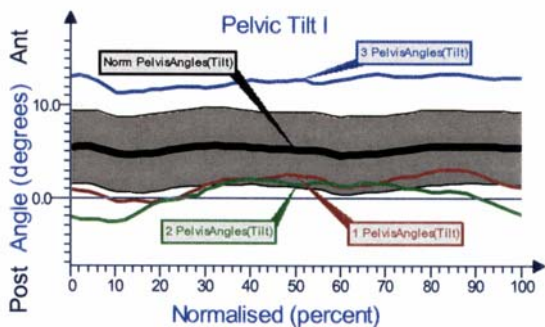
Zarówno pierwsze jak i drugie badanie dotyczyło fazy „on”. Chory miał za zadanie iść z naturalną prędkością. W tym czasie system zarejestrował 15 pełnych cykli chodu. Obraz ruchu w płaszczyźnie trójwymiarowej uzyskano za pomocą biernych markerów naklejanych na skórze w przedłużeniu osi stawów.

Ocenie poddano zmiany katowe miednicy w trzech płaszczyznach oraz zmiany katowe sta-

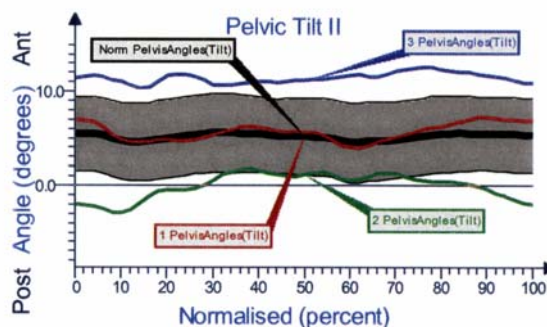
wów biodrowych w płaszczyźnie strzałkowej. Na podstawie wyników badania I określono główne

Wykresy oraz analiza statystyczna zmian kątowych ruchów miednicy w płaszczyźnie strzałkowej podczas chodu.

zaburzenia chodu wszystkich badanych. Opierając



RYC. 1 a)

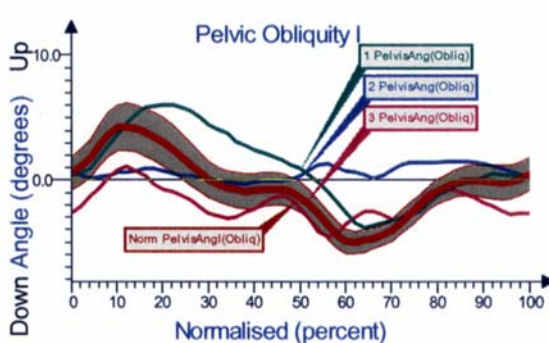


RYC. 1 b)

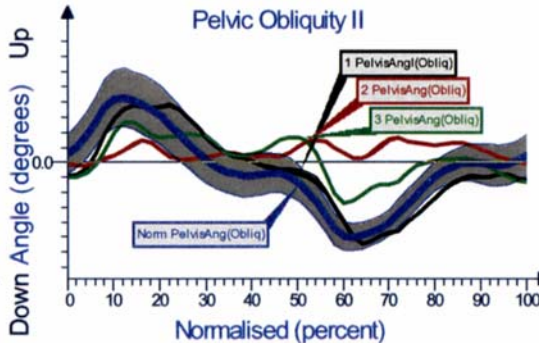
**Angle (degrees)** – wartości kątowe zmian ustawienia miednicy (wyrażone w stopniach); **Normalised** – znormalizowany czas trwania pełnego cyklu chodu porażony w procentach; **Norm** – zmiany kątowe obserwowane podczas fizjologicznego chodu reprezentowanego przez grupę porównawczą (norma oraz  $\pm 2s$ ); **Ant** – przodopochylenie; **Post** – tyłopochylenie; **1, 2, 3** – kolejne numery porządkowe pacjentów

RYC. 1. Zmiany kątowe ruchów miednicy w płaszczyźnie strzałkowej w badaniu I (a) i w badaniu II (b).  
FIG. 1. Angular changes of pelvic movements in sagittal plane during first (a) and second (b) investigation.

Wykresy oraz analiza statystyczna zmian kątowych ruchów miednicy w płaszczyźnie czołowej podczas chodu.



RYC. 2 a)

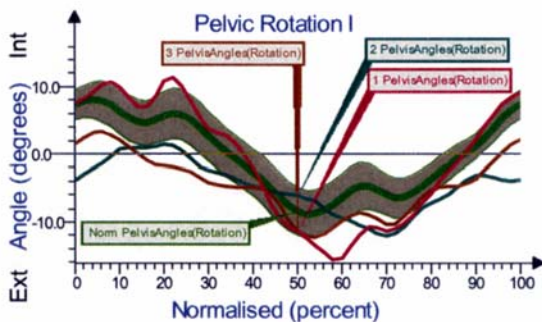


RYC. 2 b)

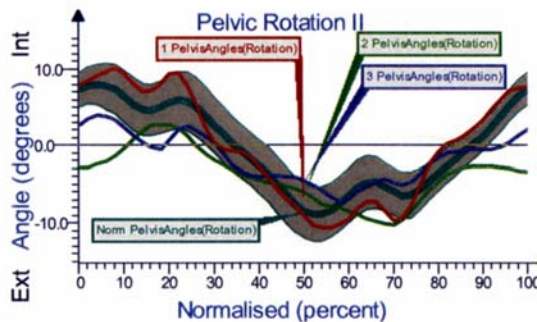
Up – przesunięcie do góry; Down – przesunięcie w dół

RYC. 2. Zmiany kątowe ruchów miednicy w płaszczyźnie czołowej w badaniu I (a) i w badaniu II (b).  
FIG. 2. Angular changes of pelvic movements in frontal plane during first (a) and second (b) investigation.

Wykresy oraz analiza statystyczna zmian kątowych ruchów miednicy w płaszczyźnie poprzecznej podczas chodu.



RYC. 3 a)



RYC. 3 b)

Int – rotacja wewnętrzna; Ext – rotacja zewnętrzna

**RYC. 3. Zmiany kątowe ruchów miednicy w płaszczyźnie poprzecznej w badaniu I (a) i II (b).**  
**FIG. 3. Angular changes of pelvic movements in transversal plane during first (a) and second (b) investigation.**

**TABELA 1. Ekstremalne wartości bocznych odchyień miednicy (wyznacznik VI) podczas badania I i II.**  
**TABLE 1. Extreme values of the pelvic's lateral shifts (determinant VI) during first and second investigation.**

	Pacjent I				Pacjent II				Pacjent III			
	B1		B2*		B1		B2		B1		B2	
	L	P	L	P	L	P	L	P	L	P	L	P
Wyznacznik III (mm)	64,1	37,8	53,2	44,9	42,5	47	38,8	35,5	60,4	53,7	48,8	53,4
Różnice względne *			-17	+18,8			-8,7	-24,5			-19,2	-0,6

\* - różnica (wyrażona w procentach) w wynikach pomiędzy badaniem I a II.

**TABELA 2. Ekstremalne wartości wyznaczników I i II (wyrażone w stopniach) podczas badania I i II.**  
**TABLE 2. Extreme values of determinants I and II (expressed in degrees) during first and second investigation.**

	Pacjent I				Pacjent II				Pacjent III				Norma	
	B1		B2		B1		B2		B1		B2		Badanie	
	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MX	MN
Wyzn. I (w <sup>0</sup> )	12	-16	10	-11	2	-13	3	-10	3	-13	4	-7	9	-9
Zakres zmian I *	28		21		15		13		16		11		18	
Wyzn. II (w <sup>0</sup> )	6	-4	4	-6	2	0	2	0	1	-5	3	-3	5	-5
Zakres zmian II **	10		10		2		2		6		6		10	

\* - zakresy zmian wartości wychyleń miednicy podczas chodu w płaszczyźnie poprzecznej (wyznacznik I)

\*\* - zakresy zmian wartości wychyleń miednicy podczas chodu w płaszczyźnie czołowej (wyznacznik II)

się na nich ustalono, indywidualnie dla każdego chorego model usprawniania.

Pacjenci zostali poddani programowi rehabilitacji, na który składało się 15 sesji terapeutycznych. Zajęcia odbywały się indywidualnie z pacjentem i trwały 45 minut. Przeprowadzono je w Zakładzie Rehabilitacji Kliniki Neurologii CMUJ w Krakowie. Terapia usprawniająca była prowadzona metodą PNF (*Proprioceptive Neuromuscular Facilitation*). Prowadzi ona do utorowania ruchów, wykorzystując funkcjonalną jedność nerwów i mięśni. Torowanie uzyskuje się przez stymulacje bodźcami eksteroreceptywnymi (np. dotyk, wzrok, głos) i proprioreceptywnymi (np. rozciąganie, trakcja, aproksymacja). U chorych na chorobę Parkinsona ćwiczenia miały na celu poprawić nieprawidłowy wzorec chodu oraz stabilność postawy. Aby tego dokonać, wykorzystuje się prawidłowe wzorce ruchowe: łopatki, miednicy, kończyn górnych i dolnych, głowy, tułowia. Stosuje się także techniki specjalne dopasowane dla każdego pacjenta.

Po zakończeniu programu rehabilitacji zostało przeprowadzone ponowne badanie chodu. Jego analiza posłużyła do oceny wpływu usprawniania na stan funkcjonalny oraz wybrane parametry chodu.

## WYNIKI

### 1. Analiza zmian kątowych ruchów miednicy badanych osób

Na rycinie 1a najbardziej zauważalna jest patologia występująca u pacjenta 3. Jego miednica ustawiona jest w nadmiernym przodopochyleniu i podczas całego cyklu utrzymuje się w odległości około 3-4<sup>0</sup> od wstęgi podwójnego odchylenia standardowego ( $\pm 2s$ ).

Najbardziej zbliżony przebieg do średniej osiąga badany 1, z tą różnicą, że razem z pacjentem 2 ich miednice znajdują się w mniejszym od normy przodopochyleniu. We wstędze podwójnego odchylenia standardowego najdłużej (przez ok. 70% cyklu) znajduje się pacjent 1.

Największe odchylenia od normy dotyczące przebiegu ruchu występują u pacjenta 2. Aż 38% pełnego cyklu ma miejsce przy ustawieniu miednicy w tyłopochyleniu.

Na wykresie 1b, u pacjenta 1 zauważalna jest poprawa dotycząca zarówno ustawienia miednicy, jak i przebiegu ruchu. Jest on zbliżony do normy biomechanicznej prawie w każdym momencie cyklu.

U pacjenta 2 nie zanotowano istotnych różnic między badaniem I i II.

Poprawie uległy również wyniki badanego 3. W przebiegu cyklu jego miednica znajduje się w mniejszym przodopochyleniu niż w badaniu I i jest zbliżona do normy biomechanicznej.

Na wykresie 2a występują zaburzenia ruchów miednicy wszystkich badanych podczas cyklu chodu. Przejawiają się one zmniejszonym zakresem wychyleń miednicy góra-dół w płaszczyźnie czołowej.

Największa patologia ma miejsce u badanego 2, u którego występuje bardzo mały zakres zmian kątowych. Jego wartość wynosi 40 i jest mniejszy od normy o 140.

U pacjenta 1 występuje nieznaczne, około 5% opóźnienie w fazie.

Badany 3 charakteryzuje się patologicznym ustawieniem miednicy, która jest nadmiernie przesunięta w dół.

Wyniki badania II (ryc. 2b) wskazują na znaczną poprawę wyników u pacjenta 1. Dotyczy ona zarówno ustawienia jak i przebiegu ruchu. Praktycznie w każdym momencie cyklu znajduje się on we wstędze podwójnego odchylenia standardowego.

Nie odnotowano znacznej poprawy u badanego 2. Warto jednak zaznaczyć, że w fazie Mid Stance (14–20%) [6] następuje lekkie uniesienie miednicy, które nie miało miejsca w badaniu I.

Znaczna zmiana dotycząca ustawienia miednicy występuje u pacjenta 3. W drugim badaniu jest ona przesunięta do góry w każdym momencie cyklu.

Na rycinie 3a zauważalna jest znaczna patologia dotycząca ustawienia i przebiegu zmian kątowych. Żaden badany nie mieści się we wstędze podwójnego odchylenia standardowego w całym cyklu.

U pacjenta 1 występuje aż 28° amplituda wychyleń (norma 18°). Jest to spowodowane przede wszystkim zwiększoną rotacją zewnętrzną, której maksymalna wartość wynosi 16° (norma to 9°).

Największą patologią charakteryzuje się chory 2. Jego amplituda maksymalnych wychyleń wynosi zaledwie 11°. Cykl chodu rozpoczyna od ustawienia miednicy w 4° rotacji zewnętrznej (norma 8° rotacja wewnętrzna). Tylko przez 14% cyklu znajduje się w rotacji zewnętrznej (od 10 do 24% cyklu).

Wyniki najbardziej zbliżone do normy osiąga badany 3. Od 38% do 72% cyklu znajduje się we wstędze  $\pm 2s$ . Przez 81% cyklu (od 14 do 95%) miednica znajduje się w rotacji zewnętrznej (nor-

ma od 36 do 56%). Nie występują również przesunięcia w poszczególnych fazach.

Na rycinie 3b zauważalna jest poprawa dotycząca ustawienia i zmian kątowych w poszczególnych fazach cyklu chodu. Dotyczy ona pacjentów 1 i 3. U pierwszego z nich zmniejszyła się amplituda wychyleń. Wynosi ona teraz ok. 20°. U pacjenta 3 w fazie Mid Stance (20–30% cyklu) występuje rotacja wewnętrzna, która nie miała miejsca w badaniu I.

U badanego 2 nie zanotowano istotnych w przebiegu cyklu chodu.

## **2. Podsumowanie ekstremalnych wartości bocznych przemieszczeń miednicy**

Ruchy te odpowiadają wyznacznikowi VI, który określa boczne odchylenia miednicy (Lateral Shifts). Mierzy się je względem obranego punktu odniesienia. Za normę przyjmuje się odchylenia rzędu 40-50 mm.

Tabela 1 zawiera wyniki bocznych odchyień miednicy. W badaniu I u każdego badanego występuje asymetria bocznych przesunięć. Największa jest ona u badanego 1, a jej różnica wynosi 26,3 mm. Warto odnotować, że u każdego pacjenta w badaniu II nastąpiło zmniejszenie asymetrii. Również zakres zmian u każdej osoby zbliżył się do normy.

## **Podsumowanie wyników ekstremalnych wartości oraz zakresów zmian wyznaczników I i II**

Analizując wyznacznik I stwierdzono, że w badaniu I u każdego pacjenta miała miejsce asymetria dotycząca maksymalnych pozycji (rotacji wewnętrznej i zewnętrznej). U badanych 1, 2 i 3 wynosiła ona kolejno 4, 11 i 100.

W badaniu II u każdego pacjenta nastąpiła poprawa. U poszczególnych badanych wyniosła ona kolejno 1, 7 i 30.

Analizując wyznacznik II zauważono, że zakres zmian kątowych u każdego pacjenta nie różni się pomiędzy badaniem I a II, natomiast jeżeli chodzi o ekstremalne wartości, nie zmieniają się one jedynie u badanego 2.

U pacjenta 3 w wynikach badania II odnotowano wzrost wartości maksymalnej i minimalnej o 20, co w konsekwencji doprowadziło do zlikwidowania asymetrii.

## **DYSKUSJA**

Choroba Parkinsona, dotykając głównie ludzi starszych, prowadzi do zaburzeń zdolności motorycznych, takich jak: chód, mowa czy zdolność

pisania. Zaburzenie chodu wiąże się z utratą niezależności oraz zwiększonym ryzykiem upadków.

Wiele prac poświęconych jest wpływowi leżenia farmakologicznego L-Dopą na wybrane parametry chodu. McKay i Lyons [7], badając efekty jej działania stwierdzili, że takie cechy jak: prędkość, długość i czas chodu w fazie „on” zbliżone są do grupy kontrolnej. Azulay i wsp. [8], wykorzystując zautomatyzowany analizator ruchu, poddali ocenie prędkość chodu, długość kroku, czas przenoszenia stopy nad podłożem oraz zmiany kątowe w stawach kończyn dolnych. Stwierdzili oni, że po podaniu leku w fazie „on”, wzrosły: długość kroku, prędkość chodu, a także zakres ruchu w stawach kończyn dolnych. Do normy zbliżył się również czas przenoszenia stopy nad podłożem.

Defebvre i wsp. [9] użyli systemu Vicon do określenia wpływu stymulacji wzgórzowej na: częstotliwość chodu, jego prędkość, czas przenoszenia stopy i kontaktu stopy z podłożem, czas pojedynczego i podwójnego podparcia oraz długość kroku.

Podsumowując można stwierdzić, że badania chodu w chorobie Parkinsona skierowane były głównie na parametry czasowo-przestrzenne, takie jak: długość i częstotliwość kroków, rytm chodu, prędkość chodu, czas trwania fazy jedno i dwupodporowej.

W pracy tej poddano analizie zmiany kątowe zarówno miednicy w trzech płaszczyznach w oparciu o wyznaczniki chodu, jak i stawów biodrowych w płaszczyźnie strzałkowej. Na podstawie przeprowadzonych badań, w oparciu o sporządzone wykresy, zauważono, że najlepsze wyniki osiągnął pacjent I. Poprawie uległy wszystkie jego parametry. Dużą nieregularność wyników odnotowano u pacjenta III. Natomiast najmniej podatny na usprawnianie był pacjent II. Prawdopodobną przyczyną tego stanu może być wiek pacjentów (72–80 lat), a także czas trwania choroby, który średnio u wszystkich badanych wyniósł 8 lat. Brak istotnych zmian w obrębie kinematycznych wzorców pracy miednicy, a także stawów biodrowych może wynikać z silnie utrwalonego wzorca patologicznego związanego z czasem trwania choroby. Brak poprawy wyni-

ków może być również skutkiem stosunkowo krótkotrwałego programu rehabilitacyjnego.

Informacje te mogą się przyczynić do lepszego planowania metod usprawniających, ukierunkowanych na najsłabsze ogniwa biomechanizmu.

## WNIOSKI

Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono:

- u osób z chorobą Parkinsona przebieg zmian kątowych ruchów miednicy we wszystkich płaszczyznach jest specyficzny dla danej osoby i nie pokrywa się z wynikami w grupie kontrolnej,
- u osób z chorobą Parkinsona występuje zmniejszony zakres ruchów miednicy we wszystkich płaszczyznach,
- u pacjentów z dłuższym czasem trwania choroby zmniejszył się zakres ruchów miednicy i podatność na usprawnianie zmierzające w kierunku poprawy ruchomości,
- u osób z chorobą Parkinsona występuje asymetria bocznych wychyleń miednicy (wyznacznik VI),
- u osób z chorobą Parkinsona często dochodzi do zmniejszenia zakresu ruchów stawów biodrowych w płaszczyźnie strzałkowej.

## PIŚMIENNICTWO

1. Fries, Liebenstund, *Rehabilitacja w chorobie Parkinsona*, Wyd. ELIPSA-JAIM, Kraków, 2002
2. Bober T., *Biomechanika chodu i biegu*, Studia i monografie AWF Wrocław, 1985
3. Vierregge P. [i in.] *Gait quantitation in Parkinson's disease-locomotor disability and correlation to clinical rating scales*, Journal of Neural Transmitters, 1997, 237
4. Morris M.E., McGinnley J., *Constraints on the kinetic, kinematic and spatiotemporal parameters of gait in Parkinson's disease*, Human Movement Science, 1999, 461
5. Houdim M.B.H., Riederer P., *Zrozumieć chorobę Parkinsona*, Świat Nauki 3/97
6. Perry J., *Gait Analysis-normal and pathological function*, Rancho Los Amigos Medical Center Downey CA
7. McKay-Lyons M., *Variability in spatiotemporal gait characteristics over the course of the L-Dopa cycle in people with advanced Parkinson disease*, Physical Therapy, 1999
8. Azulay J.P. [i in.], *Automatic motion analysis of gait in patients with Parkinson disease: effects of levodopa and visual stimulations*, Rev Neurol, 1996, 128
9. Defebvre L. [i in.] *Effect of thalamic stimulation on gait in Parkinson disease*, Arch Neurologia, 1996, 53, 898