

# Wpływ systematycznych ćwiczeń ruchowych na czynność mięśni kończyn dolnych u pacjentów z chorobą Parkinsona – doniesienie wstępne

Effect of regular exercises on the function of lower extremity muscles in patients with Parkinson disease – a pilot study

Iwona Malicka, Dagmara Chamera-Bilińska

Wydział Fizjoterapii, Akademia Wychowania Fizycznego we Wrocławiu, al. Ignacego Jana Paderewskiego 35, 51-612 Wrocław, tel. +48 (0) 71 347 35 19, e-mail: iwona.malicka@awf.wroc.pl

## Streszczenie

**Cel pracy:** Ocena wpływu ćwiczeń ruchowych na czynność mięśni działających na stawy kolanowe u pacjentów z chorobą Parkinsona.

**Grupa badana:** 10 pacjentów (kobiet) z chorobą Parkinsona, średni wiek 72,9 lat (grupa badana), oraz 12 osób zdrowych (kobiety), słuchaczki Uniwersytetu Trzeciego Wieku, średni wiek 65,0 lat (grupa kontrolna).

**Metoda badań:** Wykonano badania czynnościowe mięśni zginaczy i prostowników stawu kolanowego na stanowisku do badań izokinetycznych Biodex System 3 Multi Joint. Badania przeprowadzono przed przystąpieniem do usprawniania pacjentów leczonych z powodu choroby Parkinsona oraz po okresie dwóch miesięcy regularnych ćwiczeń.

**Wyniki:** W grupie pierwszej, w przypadku prędkości kątowej 60°/s, uzyskano istotną poprawę wszystkich analizowanych parametrów mięśni zginaczy i prostowników, zarówno w obrębie kończyny dolnej prawej, jak i lewej. Natomiast w przypadku prędkości kątowej 180°/s istotnie wzrosły analizowane parametry dla mięśni prostowników i zginaczy stawu kolanowego prawego oraz dla mięśni prostowników stawu kolanowego lewego. W grupie 2. nie stwierdzono żadnych istotnych różnic.

**Wnioski:** Ćwiczenia ruchowe prowadzone u osób z chorobą Parkinsona poprawiają czynność mięśni kończyn dolnych, w związku z powyższym mogą zmniejszyć ryzyko występowania upadków oraz powikłań z nimi związanych.

**Słowa kluczowe:** choroba Parkinsona, dynamometria czynnościowa, zginacze i prostowniki stawu kolanowego, ćwiczenia ruchowe

## Abstract

**Objective:** The influence of the regular exercises on the function of lower extremities muscles acting on the knee joints in patients with Parkinson's disease.

**Subjects:** 10 women with Parkinson's disease at the average age of 72,9 and 12 healthy females at the average age of 65,0 (control group).

**Methods:** Biodex dynamometer was used to measure strength – velocity parameters in the knee flexors and extensors muscles. The examination were performed before the period of patients rehabilitation and after two months of regular exercises.

**Results:** In a group 1, in case of the angular velocity of 60°/s, a significant improvement of all analyzed parameters of flexor and extensor muscles was obtained, both in the right and the left lower extremity. In the case of the angular velocity of 180°/s, a significant increase of analyzed parameters of flexor and extensor muscles was noted. No significant differences were found in a group 2.

**Conclusions:** Exercises in case of patients with Parkin-

son's disease increase the muscular function of lower extremities and therefore may decrease the risk of falls and complications resulting from injures.

**Key words:** Parkinson's disease, functional dynamometry, knee extensors and flexors, motor exercises

## Wstęp

Jednym z istotnych objawów choroby Parkinsona jest występowanie zaburzeń chodu i równowagi, zwiększające ryzyko upadków i kontuzji, które jest aż 10-krotnie większe niż u osób zdrowych [1]. Do czynników ryzyka predysponujących do występowania upadków osób z chorobą Parkinsona zalicza się osłabioną siłę mięśniową, zarówno w obrębie kręgosłupa, jak i kończyn dolnych. Badania przeprowadzone przez Nalegowda i in. [2] w grupie 30 osób wykazały obniżenie parametrów siłowo-prędkościowych w obrębie mięśni tułowia, bioder i stawów skokowych zarówno prostowników, jak i zginaczy. W obserwacjach Pedersena i in. [3] (n=12) oraz Saltina i Landina [4] (n=6) stwierdzono z kolei osłabienie mięśni działających na stawy kolanowe i skokowe. Podobne wnioski wyciągnęli także Inkster i in. [5], którzy porównywali siłę osób leczonych z powodu choroby Parkinsona i zdrowych. U 10 pacjentów stwierdzono na podstawie badań izokinetycznych redukcję siły mięśni prostowników stawu biodrowego i kolanowego w porównaniu z osobami zdrowymi z grupy kontrolnej.

Ta redukcja siły mięśniowej w obrębie kończyn dolnych niekorzystnie wpływa na podejmowanie czynności dnia codziennego, przyczynia się nie tylko do zaburzeń chodu, powoduje również trudności np. przy wstawaniu z krzesła, w związku z czym przyczynia się do akinezyi tych chorych. Osoby te należy objąć więc prewencją. Wczesne i ciągłe postępowanie fizjoterapeutyczne może bowiem zapobiegać bądź spowalniać ich niepełnosprawność. Czynność mięśni może ulec poprawie m.in. w wyniku stosowania regularnych ćwiczeń fizycznych [6]. Scandalis i in. [7] opisali badania, w których zastosowanie 8-tygodniowego treningu oporowego pozwoliło uzyskać pacjentom z chorobą Parkinsona wartości siły mięśniowej zbliżone do osób zdrowych w tym samym wieku. Zasady treningu oporowego wykorzystali w swojej pracy także Hass i in. [8]. Dwunastotygodniowy program usprawniania przyczynił się do poprawy siły i wytrzymałości mięśni u pacjentów w lekkim i średnio zaawansowanym stadium choroby.

Regularne stosowanie ćwiczeń fizycznych wpływa na poprawę czynności mięśni. Pacjent z chorobą Parkinsona ma jednak jeszcze wiele innych objawów, m.in. drżenie spoczynkowe, sztywność, spowolnienie ruchowe, zaburzenia postawy ciała, chodu i równowagi. Ważne staje się więc podjęcie kompleksowych działań usprawniających, które pomogą poprawić nie tylko możliwości ruchowe, ale i jakość życia tych chorych.

Celem pracy była ocena wpływu zastosowanych ćwiczeń usprawniających na czynność mięśni, działających na stawy kolanowe kończyn dolnych osób z chorobą Parkinsona. Zało-

żono, że nastąpi poprawa parametrów siłowo-prędkościowych mięśni zginaczy i prostowników stawów kolanowych w wyniku ćwiczeń ukierunkowanych na poprawę zaburzeń funkcjonalnych.

## Materiał badań

Badania przeprowadzone zostały na Wydziale Fizjoterapii AWF we Wrocławiu, w Pracowni Badań Czynnościowych i objęły grupę 22 osób. Badaniom poddano 10 pacjentów (kobiet) w średnim wieku 72,9 lat (65-80 lat), leczonych na chorobę Parkinsona – grupa badana (grupa 1.) oraz 12 osób zdrowych (kobiety), słuchaczki Uniwersytetu Trzeciego Wieku, w średnim wieku 65,0 lat (58-79 lat) – grupa kontrolna (grupa 2.), nieleczących się z powodu chorób neurologicznych bądź innych, które mogłyby wpłynąć na wynik badania.

Wśród osób z grupy badanej został przeprowadzony wywiad, będący częścią oceny neurologiczno-fizjoterapeutycznej. Oceniano stadium zaawansowania choroby za pomocą pięciopunktowej skali Hoehn and Yahr (H & Y). W badaniach uczestniczyli pacjenci w stadium zaawansowania choroby I-III wg H & Y. Osoby w IV i V stadium nie kwalifikowały się do grupy badanej, ponieważ ich stan funkcjonalny nie pozwalał na wykonanie zadania na poziomie wymaganej prędkości oraz w pełnym zakresie ruchu. Wszyscy pacjenci byli pod stałą opieką lekarza neurologa i u nikogo nie odnotowano innych schorzeń, np. neurologicznych bądź ortopedycznych, mogących mieć istotny wpływ na wynik badania.

Osoby z grupy 1. przed przystąpieniem do ćwiczeń podpisały zobowiązanie, iż w czasie trwania programu nie zostanie zmienione leczenie farmakologiczne oraz nie zostanie podjęta żadna inna forma fizjoterapii, a w przypadku zaistnienia takiej konieczności pacjent powiadomi o tym osobę prowadzącą ćwiczenia.

## Metoda badań

Badania zostały wykonane na stanowisku do badań izokinetycznych Mullti Joint 3 firmy Biodex. U wszystkich badanych osób dokonano dwukrotnej oceny czynnościowej mięśni zginaczy i prostowników działających na stawy kolanowe.

Zadaniem każdej osoby badanej było wykonanie 5 naprzemiennych ruchów zginania i prostowania kończyny dolnej w stawie kolanowym. Obowiązywał imperatyw wyzwolenia maksymalnej siły mięśniowej w jak najkrótszym czasie w każdym ruchu. Przed każdym badaniem fotel i dynamometr oraz właściwą przystawkę ustawiano tak, by końcówka dynamometru była przedłużeniem osi obrotu w badanym stawie. Dla wszystkich badanych ustalono także taki sam zakres ruchu zgięcia i wyprostu wynoszący ok. 90° (S 0-0-90) i dokonano korekty siły grawitacji. Udo oraz miednicę osoby badanej stabilizowano pasami przymocowanymi do fotela, tak by wyeliminować ruchy w sąsiednich stawach. Pozycją wyjściową było maksymalne zgięcie kończyny dolnej w stawie kolanowym. Przed każdym testem badana osoba wykonywała 3 submaksymalne ruchy zgięcia i wyprostu w stawie kolanowym oraz 1 maksymalny, w celu zapoznania się z zadaniem obciążeniem.

Rejestrowano parametry czynności mięśni: szczytowy moment siły, całkowitą pracę oraz moc przy prędkościach kątowych 60°/s i 180°/s. Między kolejnymi próbami występowała jednoniutowa przerwa.

Badania przeprowadzone zostały w grupie 1. dwukrotnie: przed i po zastosowanym programie ćwiczeń ruchowych (8 tygodni). W grupie 2. również dwukrotnie: w tych samych terminach, co w grupie 1.

Program ćwiczeń ruchowych dla grupy 1. realizowano przez 8 tygodni 3 razy w tygodniu po 45 minut.

Każda sesja składała się z ćwiczeń prowadzonych zgodnie z założeniami rehabilitacji osób z chorobą Parkinsona, uwzględniając wytyczne w usprawnianiu istniejących objawów klinicznych. Mając na względzie występującą u pacjentów hipokinezę, celem ćwiczeń ruchowych było optymalne wykorzystanie zachowanych jeszcze wzorców dla ruchów na-

bytych i automatycznych (ze względu na zaburzenie zdolności uczenia się nowych schematów ruchowych u osób z chorobą Parkinsona). Sposobem na utrzymanie nabytych, zautomatyzowanych procesów ruchowych było: dziesięciokrotne powtarzanie poleconych ruchów, sprzęganie ruchów z akustycznym inicjatorem ruchu (kroku), powtarzanie ruchów w różnym tempie.

W uzupełnieniu ograniczonych lub utraconych ruchów automatycznych wprowadzono ruchy dowolne wraz z szeregiem stymulujących mechanizmów, takich jak: werbalne polecenia prowadzącego i własne – bodźce wzrokowe, wyobrażeniowa symulacja ruchu przed jego wykonaniem, połączenie ruchów oczu i głowy z kończynami i całym ciałem.

Uwzględniając występującą u pacjentów sztywność, usprawnianie ruchowe polegało na zmniejszaniu jej negatywnego oddziaływania.

Celem postępowania była zatem: redukcja patologicznego napięcia mięśni i zmniejszenie bolesności mięśni.

Uwzględniając wytyczne w usprawnianiu osoby z chorobą Parkinsona, w programie zastosowano następujące ćwiczenia: ogólnousprawniające, poprawiające postawę, równoważne, z oporem dla kończyn dolnych oraz naukę autokorekcji postawy (w wyrabianiu prawidłowych nawyków i ich korygowaniu pomocne były zamontowane na sali ćwiczeń lustra).

W usprawnianiu wykorzystane zostały następujące przybory: taśmy Thera-Band, piłki Bobath, laski gimnastyczne, wreczki, dysk gimnastyczny, pomoce do stymulacji wzrokowo-ruchowej.

Przeprowadzono nieparametryczną analizę – test Wilcońska, sprawdzając istotność statystyczną średnich różnic pomiędzy wartościami uzyskanymi pomiędzy pierwszym a drugim badaniem.

## Wyniki

W grupie pierwszej, w przypadku prędkości kątowej 60°/s, uzyskano istotną poprawę czynności mięśni zginaczy i prostowników działających na stawy kolanowe (szczytowego momentu siły, całkowitej pracy oraz mocy), zarówno w obrębie kończyny dolnej prawej, jak i lewej. W przypadku prędkości kątowej 180°/s istotnie wzrosły analizowane parametry dla mięśni prostowników i zginaczy stawu kolanowego prawego oraz dla mięśni prostowników stawu kolanowego lewego (tabela 1)

W grupie 2. nie stwierdzono żadnych istotnych różnic w powyższych parametrach siłowo-prędkościowych mięśni kończyn dolnych (tabela 2)

## Omówienie wyników i dyskusja

Choroba Parkinsona jest postępującą, przewlekłą, zwyrodnieniową chorobą ośrodkowego układu nerwowego, której częstość występowania wzrasta wraz z wiekiem [9]. Częstość występowania choroby w populacji starszej niż 70 lat wzrasta dziesięciokrotnie i wynosi 1,15% [10]. Obecnie co 6 mieszkańiec Polski przekroczył 60. rok życia, a prognozy demograficzne wskazują, że w ciągu najbliższych 15 lat, tj. do roku 2020, liczba Polaków w wieku podeszłym przekroczy 20%. Corocznie należy zatem oczekiwać 4-8 tys. nowych przypadków tej choroby.

W chorobie Parkinsona dochodzi do postępującego zaniku masy mięśniowej, osłabienia siły mięśniowej i wytrzymałości. Stopniowy wzrost tych objawów prowadzi z kolei do dolegliwości bólowych w obrębie mięśni i stawów. Studia w tym zakresie mówią o osłabieniu siły mięśniowej kończyn dolnych, redukcji siły dla mięśni prostowników stawu biodrowego, zginaczy i prostowników stawów kolanowych oraz zgięcia grzbietowego w obrębie stawu skokowego [8].

Wstępne badania prowadzone przez zespół Malickiej i in. [11] wykazały, że kobiety z chorobą Parkinsona uzyskały ok. 60-70% wartości szczytowego momentu siły, całkowitej pracy i mocy mięśni zginaczy i prostowników stawu kolanowego kończyn dolnych w porównaniu z kobietami zdrowymi. Wy-

Tabela 1 Grupa 1

Prędkość kątowna	Grupa mięśniowa	Strona badana	I BADANIE Średnia/mediana			II BADANIE Średnia/mediana			POZIOM ISTOTNOŚCI		
			Pt [Nm]	W [J]	P [W]	Pt [Nm]	W [J]	P [W]	Pt [Nm]	W [J]	P [W]
60°/s	E	R	69,4/59,8	300,1/258,5	51,6/45,3	81,8/79,8	365,3/363,5	63,3/62,9	0,001	0,000	0,000
		L	71,4/64,5	319,0/290	56,3/51,1	79,3/78,8	358,3/340,0	63,1/61,1	0,005	0,047	0,025
	F	R	25,9/23,7	97,7/87,8	17,4/15,5	34,0/30,5	137,6/132,3	24,1/23,2	0,000	0,002	0,011
		L	30,0/25,5	105,5/84,5	19,2/15,0	34,3/30,7	155,3/129,5	24,6/23,1	0,035	0,030	0,035
180°/s	E	R	47,6/45,3	200,3/188,0	84,6/83,3	53,9/51,9	224,0/228,0	118,2/101,2	0,004	0,015	0,009
		L	49,7/47,6	210,8/205,6	91,6/87,5	55,7/53,2	240,6/219,1	105,8/100,3	0,018	0,013	0,015
	F	R	22,0/18,7	68,9/59,3	31,8/26,1	29,2/26	97,5/85,7	45,3/39,1	0,006	0,004	0,005
		L	23,1/21,5	77,0/72,9	35,9/33,1	27,7/27,6	91,1/91,8	42,5/42,9	0,096	0,198	0,271

Legenda: E - prostowniki, F - zginacze, R - strona prawa, L - strona lewa, Pt - szczytowy moment siły, W całkowita praca, P - moc

Tabela 2 Grupa 2

Prędkość kątowna	Grupa mięśniowa	Strona badana	I BADANIE Średnia/mediana			II BADANIE Średnia/mediana			POZIOM ISTOTNOŚCI		
			Pt [Nm]	W [J]	P [W]	Pt [Nm]	W [J]	P [W]	Pt [Nm]	W [J]	P [W]
60°/s	E	R	82,9/80,3	395,5/378,3	65,3/63,7	82,4/75,6	426,7/380,2	67,1/60,9	1,000	0,400	0,674
		L	85,4/80,1	412,3/369,2	70,2/65,0	86,8/84,4	445,0/437,9	72,5/69,6	0,262	0,092	0,400
	F	R	33,9/32,2	145,2/143,4	24,7/24,7	34,1/36,2	159,2/171,0	26,3/28,3	0,888	0,262	0,528
		L	30,0/30,6	146,3/136,0	22,0/21,3	33,4/31,6	153,5/145,7	25,5/24,4	0,092	0,161	0,123
180°/s	E	R	55,2/58,7	268,4/274,9	112,4/119,2	59,6/62,3	295,2/286,6	120,8/118,3	0,207	0,123	0,326
		L	56,4/57,8	254,9/241,6	109,4/101,3	57,9/52,7	280,8/258,8	117,1/108,7	0,498	0,123	0,207
	F	R	25,8/26,7	94,4/94,0	41,9/43,4	29,1/29,3	113,8/110,5	48,7/46,2	0,123	0,049	0,092
		L	24,0/24,9	82,5/73,6	36,9/32,3	26,0/25,8	97,3/85,6	42,4/37,0	0,262	0,161	0,262

Legenda: E - prostowniki, F - zginacze, R - strona prawa, L - strona lewa, Pt - szczytowy moment siły, W całkowita praca, P - moc

niki te potwierdziły wcześniejsze obserwacje Nogaki i in. [12], Kakinuma i in. [13] oraz Pederson i in. [14], w których także wykazano na podstawie badań izokinetycznych osłabienie czynności mięśni w obrębie kończyn dolnych. Deficyt funkcjonalny mięśni wydaje się więc właściwością osób z tą jednostką chorobową.

Regularne ćwiczenia fizyczne mogą natomiast ograniczyć progresję tych zmian, a podejmowanie aktywności ruchowej u pacjentów z chorobą Parkinsona może wpłynąć nie tylko na czynność mięśni. Zwiększenie masy, siły i wytrzymałości mięśniowej ma bowiem istotne znaczenie w podejmowaniu czynności dnia codziennego, a przez to wpływa także na jakość życia osób w starszym wieku z chorobą przewlekłą i postępującą [15]. Umożliwia to więc przerwanie tzw. błędnego koła. Osłabienie siły mięśniowej w chorobie Parkinsona powoduje bowiem ograniczenie w podejmowaniu aktywności ruchowej, które z kolei przyczynia się do dalszego zaniku mięśni.

W badaniach własnych po dwumiesięcznym okresie regularnych ćwiczeń usprawniających uzyskano poprawę czynności mięśni w obrębie kończyn dolnych w granicach 10-20%. Różnica większości badanych parametrów była istotna statystycznie.

Poprawę czynności mięśni, szczególnie w początkowym okresie choroby, w wyniku regularnych ćwiczeń ruchowych wykazali także inni autorzy [7, 8, 16, 17].

Hass i in. [8] oraz Scandalis i in. [7] wykazali, że siła mięśni wzrasta pod wpływem ćwiczeń stosowanych w treningu oporowym, stanowi on zatem efektywny środek zapobiegający zmniejszaniu siły mięśniowej. Scandalis i in. [7] zaobserwowali ponadto, że wraz ze wzrostem siły mięśniowej następuje poprawa funkcjonalna chodu. Ćwiczenia z oporem powinny więc stanowić nieodłączną część całego procesu rehabilitacyjnego oraz programów profilaktycznych skierowanych do osób z chorobą Parkinsona.

Reuter i in. [16] uzyskali z kolei w grupie 16 pacjentów z chorobą Parkinsona istotną poprawę w zakresie siły, ruchomości oraz koordynacji po 14-tygodniowym usprawnianiu. Intensywny, systematyczny, program ćwiczeń ruchowych, zawierający różne standaryzowane formy aktywności ruchowej, był wykonywany dwa razy w tygodniu.

Pacchetti i in. [17] porównali natomiast dla przykładu wpływ ćwiczeń ruchowych oraz muzykoterapii na motorykę oraz stan emocjonalny pacjentów z chorobą Parkinsona. Do programu zakwalifikowano trzydziestu dwóch pacjentów, podzielonych na dwie grupy. Szesnaście osób uczestniczyło w muzykoterapii oraz szesnaście kolejnych w ćwiczeniach usprawniających. Uzyskane wyniki pozwoliły autorom zaproponować włączenie muzykoterapii do programu rehabilitacji osób z chorobą Parkinsona.

W usprawnianiu chorych wprowadza się, ze względu na wielość objawów, różne formy ruchowe. Zarówno badania

własne, jak i doniesienia innych autorów wskazują, że regularne ćwiczenia ruchowe są niezbędne u osób z chorobą Parkinsona. Mogą one bowiem wpływać na poprawę nie tylko czynności mięśni, ale i w znaczący sposób mogą przyczynić się do jak najdłuższego utrzymania pełnej sprawności fizycznej i psychicznej.

## Wnioski

1. Regularne ćwiczenia fizyczne poprawiają czynność mięśni działających na stawy kolanowe kończyn dolnych.
2. Regularne ćwiczenia ruchowe mogą mieć istotny wpływ na zmniejszenie zaburzeń funkcjonalnych osób z chorobą Parkinsona. ■

## Literatura

1. K. Galus, J. Kocemba: *MSD Podręcznik Geriatrii*, Wydawnictwo Urban&Partner, Wrocław 1999, s. 70-85.
2. M. Nallegowda i in.: *Role of sensory input and muscle strength in maintenance of balance, gait, and posture in Parkinson's disease: a pilot study*, Am J Phys Med Rehabil, vol. 83(12), 2004, s. 898-908.
3. S.W. Pedersen, B. Oberg: *Dynamic strength in Parkinson's disease. Quantitative measurements following withdrawal of medication*, Eur Neurol, vol. 33(2), 1993, s. 97-102.
4. B. Saltin, S. Landin: *Work capacity, muscle strength and SDH activity in both legs of hemiparetic patients and patients with Parkinson's disease*, Scand J Clin Lab Invest, vol. 35(6), 1975, s. 531-538.
5. L.M. Inkster, J.J. Eng, D.L. MacIntyre, A.J. Stoessl: *Leg muscle strength is reduced in Parkinson's disease and relates to the ability to rise from a chair*, Mov Disord, vol. 18(2), 2003, s. 157-162.
6. M. Hirsch, T. Toole, C.G. Maitland, R.A. Rider: *The effects of balance training and high-intensity resistance training on persons with idiopathic parkinson's disease*, Arch Phys Med Rehabil, vol. 84(8), 2003, s. 1109-1117.
7. T.A. Scandalis, A. Bosak, J.C. Berliner, L.L. Helman, MR Wells: *Resistance training and gait function in patients with Parkinson's disease*, Am J Phys Med Rehabil, vol. 80(1), 2001, s. 38-43.
8. Ch.J. Hass, M.A. Collins, J.L. Juncos: *Resistance training with creatine monohydrate improves upper-body strength in patients with Parkinson's disease: a randomized trial*, Neurorehabilitation and Neural Repair, vol. 21(2), 2007, s. 107-115.
9. W. Kuran: *Żyję z chorobą Parkinsona*, PZWL, Warszawa 2002.
10. A. Friedman: *Zdaniem specjalisty*, Rehabilitacja Medyczna, vol. 5(2), 2001, s. 9-15.
11. I. Malicka, D. Chamera-Bilińska, M. Koszewicz, G. Dąbrowska, M. Woźniowski: *Parametry charakteryzujące działanie mięśni w warunkach izokinetycznych u osób z chorobą Parkinsona – doniesienie wstępne*, Rehabilitacja Medyczna, vol. 10(3), 2006, s. 29-34.
12. H. Nogaki, S. Kakinuma, M. Morimatsu: *Muscle weakness in Parkinson's disease: a follow-up study*, Parkinsonism Relat Disord, vol. 8(1), 2001, s. 57-62.
13. S. Kakinuma, H. Nogaki, B. Pramanik, M. Morimatsu: *Muscle weakness in Parkinson's disease: isokinetic study of the lower limbs*, Eur Neurol, vol. 39(4), 1998, s. 218-222.
14. S.W. Pedersen, B. Oberg, L.E. Larsson, B. Lindval: *Gait analysis, isokinetic muscle strength measurement in patients with Parkinson's disease*, Scand J Rehabil Med, vol. 29(2), 1997, s. 67-74.
15. T. Ellis, C.J. de Goede, R.G. Feldman, E.C. Wolters, G. Kwakkel, R.C. Wagenaar: *Efficacy of a physical therapy program in patients with Parkinson's disease: a randomized controlled trial*, Arch Phys Med Rehabil, vol. 86(4), 2005, s. 626-632.
16. I. Reuter, M. Engelhardt, K. Stecker, H. Baas: *Therapeutic value of exercise training in Parkinson's disease*, Med Sci Sports Exerc, vol. 31(11), 1999, s. 1544-1549.
17. C. Pacchetti, F. Mancini, R. Aglieri, C. Fundaro, E. Martignoni, G. Nappi: *Active music therapy in parkinson's disease: An integrative method for motor and emotional rehabilitation*, Psychosomatic Medicine, vol. 62, 2000, s. 386-393.

otrzymano / received: 16.02.2009 r.  
zaakceptowano / accepted: 17.04.2009 r.