

Efeito do exercício físico na amplitude de movimento articular dos membros inferiores de indivíduos com doença de Parkinson

Effects of physical exercise on articular range of motion of the lower limb in the Parkinson's disease individuals

Efecto del ejercicio físico en la amplitud del movimiento articular de las extremidades inferiores de individuos con la enfermedad de Parkinson

Fabio Augusto Barbieri^{1,2}, Rosangela Alice Batistela¹, Natália Madalena Rinaldi^{1,3}, Claudia Teixeira-Arroyo¹, Florindo Stella¹, Lilian Teresa Bucken Gobbi¹

RESUMO | O objetivo deste estudo foi verificar o efeito de oito meses de um programa multimodal de exercício físico na amplitude de movimento articular do membro inferior de pacientes com doença de Parkinson (DP), considerando gênero e estágio da doença. Participaram deste estudo 17 indivíduos com DP idiopática. Os participantes foram avaliados antes do período da execução do programa multimodal de exercício físico e após quatro e oito meses de exercício físico. Foram avaliados aspectos clínicos e a amplitude de movimento das articulações do membro inferior. Para análise estatística, os pacientes foram agrupados de acordo com gênero e estágio da doença, sendo realizada uma MANOVA com fator para exercício físico, gênero e estágio da doença, com medidas repetidas para o primeiro fator. Os resultados clínicos indicaram regressão da progressão da DP, com declínio cognitivo para as mulheres. A amplitude de movimento articular melhorou após quatro e oito meses de exercício físico, principalmente para o quadril e tornozelo, independente de gênero e estágio da doença de Parkinson. Conclui-se que o programa multimodal de exercício físico de oito meses foi eficiente em melhorar a amplitude de movimento articular de pacientes com DP, sendo os benefícios independentes do gênero e da severidade da DP.

Descritores | Doença de Parkinson; Exercício; Amplitude de Movimento Articular.

ABSTRACT | The aim of this study was to investigate the effect of eight months of a multimodal program of physical exercise on articular range of motion of the lower limb of patients with Parkinson disease (PD), considering gender and disease stage. Seventeen individuals with PD participated in this study. Participants were assessed before of multimodal program of the physical exercise and after four and eight months of physical exercise. In these periods were evaluated the clinical aspects and articular range of motion of the lower limb. For statistical analysis, patients were distributed according to gender and disease stage. A MANOVA considering exercise, gender and stage of disease, with repeated measures for the first factor, was performed. The clinical results showed regression of disease progression, indicating cognitive decline for women. The articular range of motion improved after four and eight months of physical exercise, especially for the hip and ankle, independent of gender and stage of PD. It was concluded that the multimodal exercise program of the eight months was effective in improving articular range of motion in patients with PD. The benefits of exercise for this physical capacity were independent of gender and severity of PD.

Keywords | Parkinson Disease; Exercise; Range of Motion, Articular.

Estudo desenvolvido no Laboratório de Estudos da Postura e Locomoção da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP) - Rio Claro (SP), Brasil.

¹Laboratório de Estudos da Postura e Locomoção da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP) - Rio Claro (SP), Brasil.

²Laboratório de Informação, Visão e Ação da UNESP - Bauri (SP), Brasil.

³Doutoranda em Reabilitação e Desempenho Funcional pela Universidade de São Paulo (USP) - Ribeirão Preto (SP), Brasil.

Endereço para correspondência: Fabio Augusto Barbieri - UNESP - Instituto de Biociências - Rio Claro Laboratório de Estudos da Postura e da Locomoção - Departamento de Educação Física - Avenida 24-A, 1515 - Bela Vista - CEP: 13506-900 - Rio Claro (SP), Brasil - E-mail: barbieri_rc@hotmail.com
Apresentação: jul. 2013 - Aceito para publicação: mar. 2014 - Fonte de financiamento: CAPES, CNPq e Proex - Conflito de interesses: nada a declarar - Parecer de aprovação no Comitê de Ética nº 4960/2006.

RESUMEN | El objetivo de este estudio fue verificar el efecto de ocho meses de un programa multimodal de ejercicio físico en la amplitud de movimiento articular de la extremidad inferior de pacientes con enfermedad de Parkinson (EP), considerando género y la etapa de la enfermedad. El estudio incluyó a 17 sujetos con EP idiopática. Los participantes fueron evaluados antes del período de ejecución del programa multimodal de ejercicio físico y tras cuatro y ocho meses de ejercicio físico. Se evaluaron aspectos clínicos y la amplitud de movimiento de las articulaciones de las extremidades inferiores. Para el análisis estadístico, los pacientes fueron agrupados de acuerdo con el género y etapa de la enfermedad, mediante la realización de un MANOVA con factor

para ejercicio físico, género y estadio de la enfermedad, con medidas repetidas para el primer factor. Los resultados clínicos mostraron regresión de la progresión de la EP, y el deterioro cognitivo en las mujeres. La amplitud de movimiento articular mejoró tras cuatro y ocho meses de ejercicio físico, especialmente para la cadera y el tobillo, independientemente de su género y etapa de la enfermedad de Parkinson. Se concluyó que el programa multimodal de ejercicio físico de los ocho meses fue eficaz en mejorar la amplitud de movimiento articular en pacientes con EP, y los beneficios independiente del género y la gravedad de la EP.

Palabras clave | Enfermedad de Parkinson; Ejercicio; Rango del Movimiento Articular.

INTRODUÇÃO

A doença de Parkinson (DP) é caracterizada pelo desequilíbrio nos circuitos responsáveis pelo controle dos movimentos, devido à perda progressiva dos neurônios dopaminérgicos¹. Atualmente, é considerada a segunda doença neurodegenerativa mais comum no mundo, afetando aproximadamente 1% da população mundial acima de 65 de idade². O impacto socioeconômico da DP nos serviços de saúde é alto³, sendo necessárias intervenções que auxiliem no tratamento da DP. A intervenção medicamentosa ainda é a principal forma de tratamento da DP⁴. Contudo, pesquisas recentes indicam a efetividade do exercício físico no controle dos comprometimentos e progressão da DP⁵⁻⁸. Entretanto, há dificuldade em estabelecer os componentes que devem integrar um programa de exercício para esta população^{7,8}. Além disso, aspectos como gênero e severidade da DP podem ser importantes para a prescrição das atividades físicas.

Estudos de curta e longa duração têm mostrado benefícios do exercício na DP para a capacidade funcional⁸⁻¹¹, a locomoção^{5,6}, o controle postural^{12,13} e as funções cognitivas^{14,15}. Entretanto, há pouco conhecimento sobre os efeitos do exercício físico na amplitude de movimento articular de pacientes com DP. A literatura tem mostrado alterações na amplitude de movimento das articulações de quadril e joelho, em função do processo de envelhecimento¹⁶. Para a DP, a amplitude de movimento articular está diretamente relacionada aos sintomas motores característicos da doença, principalmente a rigidez muscular e a bradicinesia¹⁷. Schenkman e colaboradores¹⁸ observaram alterações negativas na amplitude de movimento articular da coluna vertebral e dos ombros em pacientes com DP.

Até o momento, não foram encontrados na literatura estudos que analisaram o efeito do exercício físico na amplitude de movimento articular de pacientes com DP, especialmente considerando gênero e estágio da doença.

Assim, o objetivo deste estudo foi verificar o efeito de oito meses de um programa multimodal de exercício físico na amplitude de movimento articular do membro inferior de pacientes com DP, considerando gênero e estágio da doença. A hipótese do estudo é que após oito meses de exercício ocorra melhora na amplitude de movimento articular dos membros inferiores. Especificamente para gênero, espera-se que os benefícios sejam similares para homens e mulheres, devido aos maiores benefícios que os homens apresentaram para a capacidade funcional¹¹ e à maior biodisponibilidade de levodopa apresentada pelas mulheres¹⁹. Já para severidade da DP, espera-se que os pacientes em estágios mais avançados tenham mais benefícios do exercício físico, devido aos maiores sintomas de rigidez apresentados por este grupo²⁰.

METODOLOGIA

Dezessete indivíduos (idade: 69,94±7,39 anos, estatura: 1,61±0,09 m, massa corporal: 65,41±9,96 kg) com DP idiopática participaram deste estudo. Os pacientes foram selecionados do Programa de Atividade Física para Pacientes com Doença de Parkinson (PROPARKI-UNESP, Rio Claro). O critério de inclusão para seleção da amostra foi:

- apresentar diagnóstico clínico para DP idiopática;
- fazer uso regular de medicamentos para controle da DP;
- estar entre os estágios 1 e 3 na escala de Hoehn e Yahr (HY)²¹;

- não participar de nenhum outro programa de exercício;
- não apresentar outras doenças neurológicas associadas à DP.

Os pacientes foram avaliados clinicamente pelo neuropsiquiatra após concordarem em participar do estudo e assinarem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido aprovado pelo Comitê de Ética local (nº 4960/2006). Os participantes foram avaliados clinicamente pelo neuropsiquiatra do PROPARKI. Os testes utilizados para essas avaliações foram: o *Unified Parkinson's Disease Rating Scale* (UPDRS)²², que avalia o comprometimento da doença, sendo dividida em três subescalas: psíquica, funcional e motora; o HY, que estabelece o estágio de evolução da doença; e o Minixame do Estado Mental (MEEM)²³, que estabelece o comprometimento cognitivo dos pacientes.

A amplitude de movimento articular foi avaliada por meio da goniometria (goniômetro universal marca Carci®) nas seguintes articulações do membro inferior direito: quadril (rotação interna e externa, adução e abdução), joelho (flexão e extensão) e tornozelo (flexão plantar e dorsiflexão). Os procedimentos para o registro da amplitude de movimento articular seguiram as indicações de Palmer e Epler²⁴. Todas as avaliações foram realizadas uma hora após a ingestão do medicamento (estado "ON" da medicação).

As avaliações clínicas e da amplitude de movimento das articulações do membro inferior foram

realizadas (Figura 1): antes do período da execução do programa multimodal de exercício físico (pré-teste); após quatro meses de exercício físico (pós-teste I); e após oito meses de exercício físico (pós-teste II). O programa multimodal de exercício físico foi caracterizado por atividade física generalizada com o objetivo de treinar os componentes da capacidade funcional (resistência aeróbia, flexibilidade, força, coordenação motora e equilíbrio). De forma geral, as atividades foram classificadas em: rítmicas, ginástica localizada, atividades lúdicas, alongamento, atividades para os componentes da capacidade física e atividades para funções cognitivas. O programa de exercício físico foi dividido em 2 períodos de 4 meses (totalizando 8 meses), com interrupção de 15 dias entre os períodos para a avaliação. Cada período apresentou 3 fases com 4 ciclos de 16 sessões, totalizando 48 sessões em cada período (96 sessões no total). A frequência de exercício físico foi de 3 vezes por semana, tendo cada sessão duração de 60 minutos.

As sessões de exercício físico foram organizadas em quatro partes: aquecimento e alongamento, parte principal (em que um dos componentes da capacidade funcional era enfatizado), parte secundária (na qual eram trabalhados dois dos componentes da capacidade funcional associados) e volta à calma e alongamento final. A progressão do exercício físico ocorreu em intensidade e complexidade das atividades, de acordo com cada componente da capacidade funcional:

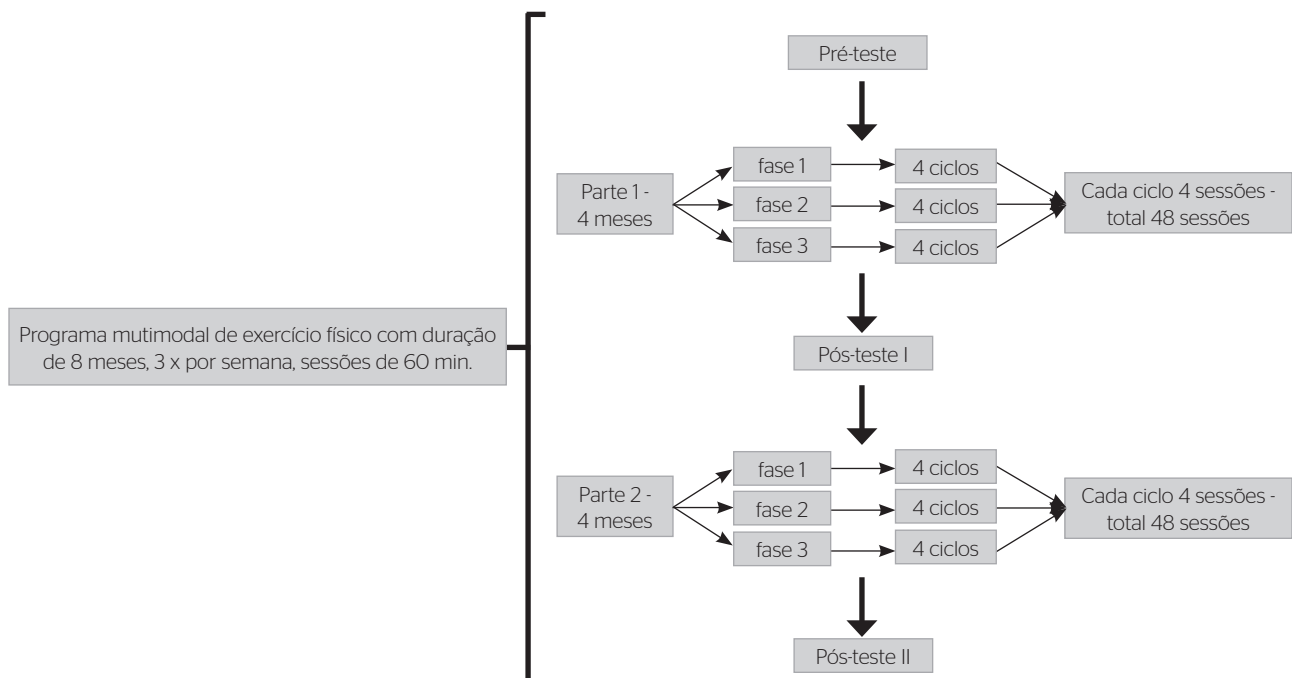


Figura 1. Esquematização do programa multimodal de exercício físico e dos momentos de avaliação

- Resistência aeróbia: as atividades específicas para este componente mantiveram a frequência cardíaca do paciente entre 60 e 75% da frequência cardíaca máxima, valores controlados por meio de frequencímetro (Polar FC RS 200SD® - Kemple, Finland). A progressão ocorreu a cada dois ciclos, com aumento no número de séries e diminuição do tempo de recuperação, e a cada fase, com aumento da intensidade e da complexidade do ambiente;
- Flexibilidade: a articulação trabalhada variou a cada ciclo. Durante as atividades foram utilizados alongamentos passivos e ativos. A progressão do exercício ocorreu a cada fase, com aumento no número/tempo de atividade e séries e com utilização de materiais complementares, como cordas e faixas elásticas com diferentes densidades e resistências;
- Força muscular: os exercícios treinaram os membros superiores, inferiores e o tronco. Foram utilizados exercícios resistidos com utilização de materiais livres e em máquinas específicas para o treinamento resistido, principalmente para os grandes grupos musculares de cada região do corpo. A progressão ocorreu a cada dois ciclos, com aumento no número de séries e/ou repetições, e a cada fase, com aumento da sobrecarga;
- Coordenação motora: os exercícios envolveram as habilidades visuomotoras e atividades coordenativas para membros inferiores e superiores. A progressão ocorreu a cada ciclo, com a mudança do material utilizado, e a cada fase, com aumento da complexidade da tarefa;
- Equilíbrio: os exercícios envolveram equilíbrio estático e dinâmico. A progressão ocorreu a cada dois ciclos, com aumento da complexidade, e a cada fase, com perturbação do sistema somatossensorial, vestibular e visual.

Para responder aos questionamentos do estudo, os pacientes foram agrupados de acordo com gênero (mulheres, n=7, e homens, n=10) e estágio da doença (estágio inicial – HY entre 1 e 1,5 – n=9 e estágio moderado – HY acima de 2 – n=8). O efeito do exercício físico na amplitude de movimento articular de forma geral e de acordo com gênero e estágio da doença foi verificado por meio de uma MANOVA ($p=0,05$) com fator para exercício físico (pré-teste, pós-teste I, pós-teste II), gênero (mulheres e homens) e estágio da doença (inicial e moderado), com medidas repetidas para o primeiro fator. Quando a MANOVA apresentou efeito, foi utilizado o teste *post hoc* de Bonferroni, para indicar as diferenças. O efeito do exercício físico nas variáveis clínicas (UPDRS

e MEEM) foi analisado da mesma maneira. É importante indicar que todos os pacientes incluídos na análise tiveram participação em mais de 70% das sessões.

RESULTADOS

Para as variáveis clínicas (Tabela 1), a MANOVA indicou interação entre exercício físico e gênero (Wilks' $\lambda=0,45$, $F_{2,12}=1,71$, $p<0,05$), sem indicar efeito do exercício físico (Wilks' $\lambda=0,11$, $F_{2,12}=1,25$, $p=0,52$) e interação entre exercício físico e estágio da doença (Wilks' $\lambda=0,16$, $F_{2,12}=0,85$, $p=0,65$). Para a interação entre exercício físico e gênero, o teste *post hoc* indicou que as mulheres apresentaram piora após quatro meses de exercício físico no MEEM e manutenção do desempenho cognitivo após oito meses de exercício físico ($p<0,02$).

Para a amplitude de movimento articular (Figura 2), a MANOVA indicou efeito do exercício físico (Wilks' $\lambda=0,19$, $F_{20,34}=2,16$, $p<0,02$), sem indicar interação entre exercício físico e gênero (Wilks' $\lambda=0,47$, $F_{20,34}=0,78$, $p=0,71$) e entre exercício físico e estágio da doença (Wilks' $\lambda=0,56$, $F_{20,34}=0,56$, $p=0,91$). Os testes *post hoc* indicaram que o exercício físico melhorou a amplitude de movimento para a abdução e adução do quadril e para dorsiflexão do tornozelo. A amplitude de movimento da abdução do quadril apresentou aumento após oito meses de exercício físico ($p<0,05$). A amplitude de movimento da adução do quadril apresentou aumento após os primeiros quatro meses de exercício físico, mas sem manutenção do aumento após oito meses de exercício físico ($p<0,05$), voltando ao nível do pré-teste. A amplitude de movimento da dorsiflexão do tornozelo apresentou aumento após quatro meses de exercício físico, com manutenção dos valores após oito meses ($p<0,04$).

DISCUSSÃO

O objetivo deste estudo foi verificar o efeito de oito meses de um programa multimodal de exercício físico na amplitude de movimento articular do membro inferior de pacientes com DP, considerando gênero e estágio da doença. De forma geral, os resultados confirmaram a hipótese do estudo, indicando que após oito meses de exercício físico há melhora na amplitude de movimento articular de pacientes com DP. O presente achado corrobora estudos que verificaram o efeito do exercício

Tabela 1. Médias e desvios-padrão das variáveis clínicas *Unified Parkinson's Disease Rating Scale* e Miniexame do Estado Mental para cada avaliação

	Pré-teste	Pós-teste I	Pós-teste II	Efeito exercício
UPDRS-psíquica (pts)				
Mulher	3,00±1,73	3,14±1,57	2,85±1,77	ns
Homem	3,30±1,89	2,60±2,06	2,90±2,23	
Estágio inicial	2,88±1,96	2,66±1,80	2,33±2,12	ns
Estágio moderado	3,5±1,60	3,00±2,00	3,50±1,77	
Total	3,18±1,78	2,82±1,85	2,88±2,00	ns
UPDRS-funcional (pts)				
Mulher	8,86±4,02	8,57±4,27	9,28±4,64	ns
Homem	14,90±5,20	14,10±7,76	14,00±7,27	
Estágio inicial	9,77±5,21	8,44±4,53	8,88±4,72	ns
Estágio moderado	15,37±4,47	15,62±7,52	15,62±6,82	
Total	12,41±5,53	11,82±6,82	12,06±6,60	ns
UPDRS-motora (pts)				
Mulher	20,43±6,63	19,14±6,49	20,14±7,10	ns
Homem	27,90±13,86	26,50±14,78	24,30±16,26	
Estágio inicial	18,88±9,50	16,88±5,92	15,22±5,54	ns
Estágio moderado	31,50±10,86	30,87±13,79	30,87±14,49	
Total	24,82±11,79	23,47±12,35	22,59±13,12	ns
UPDRS-total (pts)				
Mulher	32,29±11,25	31,00±10,73	32,28±12,22	ns
Homem	45,10±17,72	43,20±21,65	41,20±22,80	
Estágio inicial	30,44±12,52	28,11±10,86	26,44±10,02	ns
Estágio moderado	50,37±13,76	49,50±19,42	50,00±19,82	
Total	39,82±16,32	38,18±18,58	37,53±19,21	ns
MEEM (pts)				
Mulher	27,14±2,41	24,85±3,93	25,00±3,74	Mulher: pré-teste>pós-teste I e pós-teste II
Homem	26,85±3,00	27,60±2,22	27,40±2,71	
Estágio inicial	28,11±0,60	27,55±2,55	27,33±2,69	ns
Estágio moderado	25,68±3,55	25,25±3,65	25,33±3,77	
Total	26,97±2,70	26,47±3,14	26,41±3,30	ns

UPDRS: *Unified Parkinson's Disease Rating Scale*; MEEM: Miniexame do Estado Mental

físico de longa duração^{6,8,11}, indicando que o exercício físico é importante no controle da progressão da DP. Entretanto, o efeito do exercício físico na amplitude de movimento articular parece não ser influenciado pelo gênero e pela severidade da DP, o que indica que os efeitos são independentes a estes aspectos.

O programa multimodal de exercício físico parece melhorar a amplitude de movimento articular de pacientes com DP, principalmente para a abdução e adução do quadril e dorsiflexão do tornozelo. A melhora na amplitude de movimento articular pode ser explicada pelas características do exercício físico generalizado prescrito para os pacientes:

- ênfase na melhora da capacidade funcional, principalmente força muscular¹¹, facilitando o aumento na amplitude de movimento articular devido à melhora no controle neuromuscular;
- compensação dos déficits bioquímicos e fisiológicos característicos da DP²⁵, melhorando a síntese de dopamina e sua absorção.

Ainda, à melhora na amplitude de movimento articular é diretamente relacionado o melhor controle do equilíbrio e da mobilidade²⁷. O aumento da amplitude de movimento articular do quadril está diretamente relacionado ao menor risco de quedas, uma vez que idosos com DP caídores apresentam menor movimento e aceleração do quadril durante o andar²⁸. A melhora na amplitude de movimento articular da dorsiflexão do tornozelo pode levar ao maior controle do movimento, principalmente na locomoção para absorção da carga durante o andar e na postura para o controle do equilíbrio, beneficiando o paciente em sua mobilidade²⁹. Além disso, o exercício foi capaz de regredir a progressão da DP, que tende a aumentar em torno de 10% ao ano²⁶, indicada pela manutenção dos parâmetros clínicos e corroborando estudos anteriores⁶. Com isso, pode-se sugerir que a intensidade e a progressão do programa de exercício físico proposto foram apropriadas para melhorar a amplitude de movimento articular e controlar o avanço da DP.

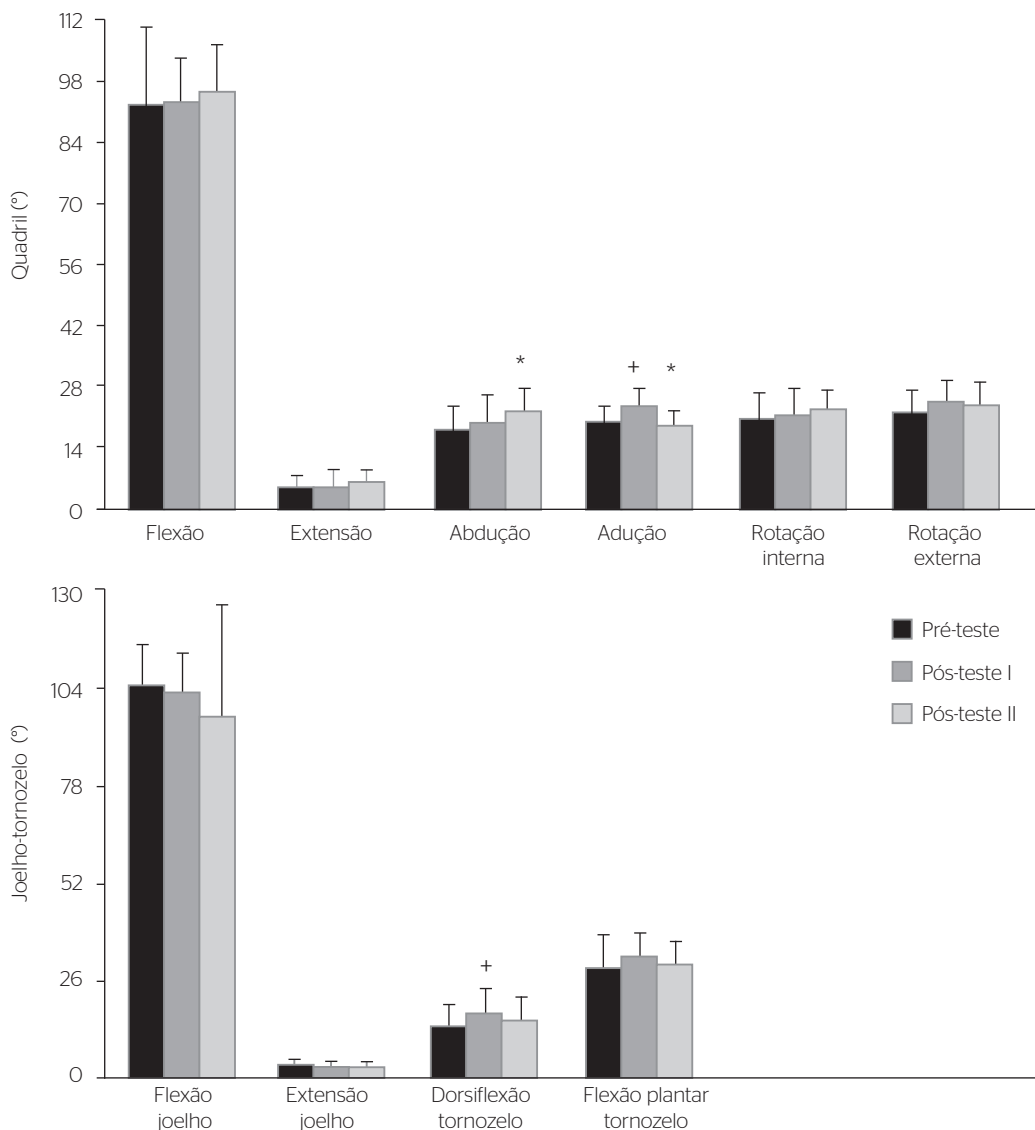


Figura 2. Médias e desvios-padrão da amplitude de movimento articular dos pacientes para cada avaliação

Os benefícios do programa de exercício físico na amplitude de movimento articular foram independentes do gênero e da severidade da DP. O caráter generalizado do exercício físico parece beneficiar de forma semelhante homens e mulheres, e pacientes em estágio inicial e moderado da DP. Este resultado contrapõe os achados da literatura¹¹ que indicam que os benefícios do exercício físico ocorrem de acordo com o gênero e a severidade da DP. Uma possível explicação para a independência dos benefícios com relação ao gênero e severidade da DP é o relacionamento entre a amplitude de movimento articular e os sinais/sintomas da DP, principalmente a rigidez muscular e hipocinesia¹⁹, uma vez que todos os pacientes com DP apresentam estes sintomas motores em algum grau. Com isso, a amplitude

de movimento articular do paciente com DP será beneficiada pelo exercício, independentemente do gênero e estágio da DP, restaurando ou preservando o movimento articular e atingindo, conseqüentemente, a grande parte das necessidades motoras dos pacientes com DP.

CONCLUSÃO

Pode-se concluir que o programa multimodal de exercício físico de oito meses foi eficiente em melhorar a amplitude de movimento articular de pacientes com DP. Os benefícios do exercício físico, para essa capacidade física, foram independentes do gênero e da severidade da DP.

REFERÊNCIAS

1. Takakusaki K, Saitoh K, Harada H, Kashiwayanagi M. Role of basal ganglia-brainstem pathways in the control of motor behaviors. *Neurosci Res*. 2004;50(2):137-51.
2. de Lau LM, Breteler MM. Epidemiology of Parkinson's disease. *Lancet Neurol*. 2006;5(6):525-35.
3. Lindgren P, von Campenhausen S, Spottke E, Siebert U, Dodel R. Cost of Parkinson's disease in Europe. *Eur J Neurol*. 2005;Suppl. 1:68-73.
4. Olanow CW, Stern MB, Sethi K. The scientific and clinical basis for the treatment of Parkinson disease. *Neurology*. 2009;72(21) Suppl. 4):S1-S136.
5. Scandalis TA, Bosak A, Berliner JC, Heiman LL, Wells MR. Resistance training and gait function in patients with Parkinson's disease. *Am J Phys Med Rehabil*. 2001;80(1):38-43.
6. Vitória R, Teixeira-Arroyo C, Lirani-Silva E, Barbieri FA, Caetano MJD, Gobbi S, *et al*. Effects of 6-month, multimodal exercise program on clinical and gait parameters of patients with idiopathic Parkinson's disease: a pilot study. *ISRN Neurology*. 2011;2011:714947.
7. Goodwin VA, Richards SH, Taylor RS, Taylor AH, Campbell JL. The effectiveness of exercise interventions for people with Parkinson's disease: a systematic review and meta-analysis. *Mov Disord*. 2008;23(5):631-40.
8. Gobbi LT, Oliveira-Ferreira MD, Caetano MJ, Lirani-Silva E, Barbieri FA, Stella F, *et al*. Exercise programs improve mobility and balance in people with Parkinson's disease. *Parkinsonism Relat Disord*. 2009;Suppl 3:S49-52.
9. Skidmore FM, Patterson SL, Shulman LM, Sorkin JD, Macko RF. Pilot safety and feasibility study of treadmill aerobic exercise in Parkinson disease with gait impairment. *J Rehabil Res Dev*. 2008;45(1):117-24.
10. Frazzitta G, Maestri R, Uccellini D, Bertotti G, Abelli P. Rehabilitation treatment of gait in patients with Parkinson's disease with freezing: a comparison between two physical therapy protocols using visual and auditory cues with or without treadmill training. *Mov Disord*. 2009;24(8):1139-43.
11. Orcioli-Silva D, Simieli L, Barbieri FA, Rinaldi NM, Vitória R, Gobbi LTB. Effects of a multimodal exercise program in the functional capacity of the Parkinson disease patients considering severity of disease and gender. *Motriz*. 2013. (Submetido).
12. Nieuwboer A, Kwakkel G, Rochester L, Jones D, van Wegen E, Willems AM, *et al*. Cueing training in the home improves gait related mobility in Parkinson's disease: the RESCUE trial. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2007;78(2):134-40.
13. Nocera J, Horvat M, Ray CT. Effects of home-based exercise on postural control and sensory organization in individuals with Parkinson disease. *Parkinsonism Relat Disord*. 2009;15(10):742-5.
14. Tanaka K, Quadros AC Jr, Santos RF, Stella F, Gobbi LT, Gobbi S. Benefits of physical exercise on executive functions in older people with Parkinson's disease. *Brain Cogn*. 2009;69(2):435-41.
15. Gobbi LTB, Teixeira-Arroyo C, Lirani-Silva E, Vitória R, Barbieri FA, Pereira MP. Effect of different exercise programs on the psychological and cognitive functions of people with Parkinson's disease. *Motriz: Rev Educ Fis*. 2013;19(3):597-604.
16. Nonaka H, Mita K, Watakabe M, Akataki K, Suzuki N, Okuwa T, *et al*. Age-related changes in the interactive mobility of the hip and knee joints: a geometrical analysis. *Gait Posture*. 2002;15(3):236-43.
17. Xia R, Powell D, Rymer WZ, Hanson N, Fang X, Threlkeld AJ. Differentiation between the contributions of shortening reaction and stretch-induced inhibition to rigidity in Parkinson's disease. *Exp Brain Res*. 2011;209(4):609-18.
18. Schenkman ML, Clark K, Xie T, Kuchibhatla M, Shinberg M, Ray L. Spinal movement and performance of a standing reach task in participants with and without Parkinson disease. *Phys Ther*. 2001;81(8):1400-11.
19. Shulman LM. Gender differences in Parkinson's disease. *Gend Med*. 2007;4(1):8-18.
20. Barbieri FA, Rinaldi NM, Santos PC, Lirani-Silva E, Vitória R, Teixeira-Arroyo C, *et al*. Functional capacity of Brazilian patients with Parkinson's disease (PD): relationship between clinical characteristics and disease severity. *Arch Gerontol Geriatr*. 2012;54(2):e83-8.
21. Schenkman M, Wei Zhu C, Cutson TM, Whetten-Goldstein K. Longitudinal evaluation of economic and physical impact of Parkinson's disease. *Parkinsonism Relat Disord*. 2001;8(1):41-50.
22. Fahn S, Elton R, Members of the UPDRS Development Committee. The Unified Parkinson's Disease Rating Scale. In: Fahn S, Marsden CD, Calne DB, Goldstein M. *Recent developments in Parkinson's disease*. Florham Park: MacMillan Health Care Information; 1987. p153-64.
23. Almeida OP. Mini-mental state examination and the diagnosis of dementia in Brazil. *Arq Neuropsiquiatr*. 1998;56(3B):605-12.
24. Palmer ML, Epler ME. *Clinical assessment procedures in Physical Therapy*. Boston: J. Lippincott; 1990.
25. Fox CM, Ramig LO, Ciucci MR, Sapir S, McFarland DH, Farley BG. The science and practice of LSVT/LOUD: neural plasticity-principled approach to treating individuals with Parkinson disease and other neurological disorders. *Semin Speech Lang*. 2006;27(4):283-99.
26. Alves G, Wentzel-Larsen T, Aarsland D, Larsen JP. Progression of motor impairment and disability in Parkinson disease: a population-based study. *Neurology*. 2005;65(9):1436-41.
27. Hausdorff JM, Nelson ME, Kaliton D, Layne JE, Bernstein MJ, Nuernberger A, *et al*. Etiology and modification of gait instability in older adults: a randomized controlled trial of exercise. *J Appl Physiol*. 2001;90(6):2117-29.
28. Latt MD, Menz HB, Fung VS, Lord SR. Acceleration patterns of the head and pelvis during gait in older people with Parkinson's disease: a comparison of fallers and nonfallers. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2009;64(6):700-6.
29. Kemoun G, Thoumie P, Boisson D, Guieu JD. Ankle dorsiflexion delay can predict falls in the elderly. *J Rehab Med*. 2002;34(6):278-83.