



## Força muscular isocinética dos extensores do joelho em indivíduos com doença de Parkinson

### *Isokinetic muscle strength of knee extensors in individuals with Parkinson's disease*

Elisa Dornelas Borges<sup>[a]</sup>, Michel Santos Silva<sup>[b]</sup>, Martim Bottaro<sup>[c]</sup>, Ricardo Moreno Lima<sup>[d]</sup>, Nasser Allam<sup>[e]</sup> Ricardo Jacó de Oliveira<sup>[f]</sup>

<sup>[a]</sup> Mestre em Educação Física pela Universidade de Brasília (UnB), Brasília, DF - Brasil, e-mail: elisa\_dornelas@yahoo.com.br

<sup>[b]</sup> Doutorando em Ciências da Saúde na Universidade de Brasília, Brasília, DF - Brasil, e-mail: michellsantos@uol.com.br

<sup>[c]</sup> Doutor em Fisiologia do Exercício pela Universidade do Novo México, professor titular da Universidade de Brasília, Brasília, DF - Brasil, e-mail: martim@unb.br

<sup>[d]</sup> Doutor em Educação Física pela Universidade Católica de Brasília (UCB), professor adjunto da Universidade de Brasília (UnB), Brasília, DF - Brasil, e-mail: ricardomoreno@unb.br

<sup>[e]</sup> Doutor em Ciências da Saúde pela Universidade de Brasília, neurologista chefe do Ambulatório de Parkinson do Hospital de Base de Brasília, professor associado da Universidade de Brasília (UnB), Brasília, DF - Brasil, e-mail: nasserallam@uol.com.br

<sup>[f]</sup> Doutor em Neurociências pela Universidade Federal de São Paulo (Unifesp), professor adjunto da Universidade de Brasília (UnB), Brasília, DF - Brasil, e-mail: rjaco@unb.br

---

#### Resumo

**Introdução:** Apesar do tremor, bradicinesia e rigidez serem os sintomas motores clássicos da doença de Parkinson (DP), a fraqueza muscular também tem sido apontada como um dos mais importantes sintomas motores associados a essa doença, porém, essa condição ainda é pouco estudada e os resultados são inconsistentes. **Objetivos:** O presente estudo teve o propósito de comparar a força muscular do quadríceps entre indivíduos portadores de DP e indivíduos neurologicamente saudáveis pareados por idade e gênero. Foi comparada também a força muscular do membro mais acometido e menos acometido pela doença. **Materiais e métodos:** Participaram deste estudo 26 voluntários, 13 do grupo Parkinson (GP: 64,08 ± 6,87 anos; 73,82 ± 13,03 Kg; 1,66 ± 0,07m;) e 13 do grupo controle (GC: 62,73 ± 6,42 anos; 79,46 ± 11,40 kg; 1,71 ± 0,07 m). Foi mensurado o pico de torque (PT) dos extensores do joelho por meio da dinamometria isocinética, na velocidade de 90°.s<sup>-1</sup>. Foi utilizado o teste t para comparar as médias intra e entre os grupos (p < 0,05).

**Resultados:** O PT absoluto foi significativamente menor no GP ( $119,29 \pm 40,06$  N.m) quando comparado ao GC ( $145,15 \pm 20,05$  N.m). Entre os indivíduos com DP, foram encontrados valores significativamente inferiores de força muscular do membro mais acometido quando comparado com o menos acometido ( $119,29 \pm 40,06$  N.m vs.  $128,86 \pm 35,56$  N.m;  $p < 0,05$ ). **Conclusão:** Com base nos resultados, conclui-se que portadores da DP apresentam reduzido PT isocinético dos extensores do joelho, sendo esses achados exacerbados no membro mais acometido pela doença.

**Palavras-chave:** Doença de Parkinson. Força muscular. Torque. Avaliação isocinética.

## Abstract

**Introduction:** Despite the tremor, bradykinesia and rigidity are the classic motor symptoms of Parkinson's disease (PD), muscle weakness has also been pointed out as an important motor symptom associated to this disease, however this condition is still poorly studied and results are inconsistent. **Objectives:** This study aimed to compare quadriceps muscle strength between individuals with PD and neurologically healthy individuals matched for age and gender. We also compared muscle strength in the limb more and less affected by the disease. **Materials and methods:** This study had the participation of 26 volunteers: 13 from the Parkinson Group ( $64.08 \pm 6.87$  years,  $73.82 \pm 13.03$  kg,  $1.66 \pm 0.07$  m;) and 13 from the control group ( $62.73 \pm 6.42$  years,  $79.46 \pm 11.40$  kg,  $1.71 \pm 0.07$  m). Peak Torque (PT) was measured in knee extensors using an isokinetic dynamometer at a velocity of  $90^\circ.s^{-1}$ . Student's t-test was used to compare average values intra- and inter-groups ( $p < 0.05$ ). **Results:** Absolute PT was significantly lower in the Parkinson group ( $119.29 \pm 40.06$ ) when compared to the control group ( $145.15 \pm 20.05$  Nm). Among individuals with PD, we found significantly lower values of muscle strength in the more affected limb when compared to the less affected limb ( $119.29 \pm 40.06$  N.m vs  $128.86 \pm 35.56$  N.m,  $P < 0.05$ ). **Conclusion:** Based on the results, we concluded that patients with PD showed a decreased isokinetic PT in knee extensors, and these findings are exacerbated in the limb more affected by the disease.

**Keywords:** Parkinson's disease. Muscle strength. Torque. Isokinetic assessment.

## Introdução

A doença de Parkinson (DP) é uma desordem de origem idiopática e progressiva, que acomete de 1% a 2% da população mundial acima de 50 anos, e tem como principal característica a perda acentuada de neurônios dopaminérgicos da substância negra, que está relacionada à atividade motora somática (1, 2). Os sintomas clássicos são a bradicinesia, tremor e rigidez (3). No entanto, a fraqueza muscular na DP tem ganhado atenção entre os pesquisadores e tem sido apontada como um dos mais importantes sintomas motores (2, 4).

Recentes estudos, utilizando equipamentos sensíveis para a avaliação da força muscular, têm identificado diminuição de força em portadores da doença de Parkinson quando comparados com indivíduos controle, neurologicamente saudáveis (2, 5, 6). Adicionalmente, estudos prévios têm mostrado a relação entre a fraqueza muscular e o declínio das funções motoras básicas e essenciais à independência desses indivíduos e têm apontado o treinamento

de força como uma importante abordagem complementar (4, 7-10).

Segundo Berardelli (11), a fraqueza muscular ocorreria como causa secundária da bradicinesia. No entanto, apesar desses indicativos, ainda existem muitas dúvidas em relação ao comportamento da força muscular de indivíduos acometidos pela DP, quando comparados com pessoas neurologicamente saudáveis de mesma idade e gênero (10). Há poucos estudos que quantificaram a força muscular na DP e os resultados encontrados são inconsistentes (12). A causa específica de um possível déficit de força nesses sujeitos ainda não é conhecida, permanecendo o debate entre possibilidade de ser de origem periférica ou central, de ser inerente à doença ou secundária a algum fenômeno externo.

Na tentativa de elucidar essa questão, alguns autores avaliaram também a diferença de força entre o membro mais acometido comparado ao menos acometido pela doença, no entanto, os resultados são controversos. Nogaki et al. (13) avaliaram a força isocinética de flexão e extensão de joelhos em

portadores da DP em três velocidades diferentes, e compararam a força entre os membros. O pico de torque (PT) foi significativamente menor no membro mais acometido apenas nas velocidades de  $90^{\circ} \cdot s^{-1}$  e  $180^{\circ} \cdot s^{-1}$ , não havendo diferença na velocidade de  $30^{\circ} \cdot s^{-1}$ . Por outro lado, Inkster (14) avaliou o PT de extensão de joelhos nos dois membros dos indivíduos com DP, em velocidade de  $45^{\circ} \cdot s^{-1}$ , e não encontrou diferença entre a perna mais acometida comparada com a menos acometida. Malicka (15) avaliou a força isocinética do quadríceps em velocidades maiores e também não identificou diferença entre a perna mais acometida e menos acometida entre os sujeitos com DP.

Considerando que a avaliação da força muscular entre portadores de DP e indivíduos neurologicamente saudáveis, assim como entre os membros do portador de DP, ainda é pouco documentada e que os resultados encontrados são controversos, torna-se necessária a realização de mais estudos para o esclarecimento de quanto a perda de força é resultado do envelhecimento natural e quanto é resultado da DP. Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo comparar a força muscular isocinética do quadríceps entre os indivíduos com DP e sujeitos neurologicamente saudáveis, pareados para gênero e idade, bem como comparar a força muscular do membro mais acometido com menos acometido nos indivíduos com DP.

## Materiais e métodos

### Sujeitos

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Secretaria do Estado de Saúde do Distrito Federal, sob o Protocolo n. 034/11, e os participantes atestaram sua inclusão na pesquisa ao assinarem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). A pesquisa contou com 26 voluntários e foram formados dois grupos.

O grupo Parkinson (GP) foi composto de 13 indivíduos do sexo masculino recrutados do Ambulatório de Parkinson do Hospital de Base do Distrito Federal, com o diagnóstico de DP de acordo com os critérios do Banco de Cérebro de Londres e classificados entre 1 e 3 na escala modificada de estágio da doença de Hoehn e Yahr – H&Y (16). O grupo controle (GC) foi composto por 13 indivíduos pareados para gênero e idade, sem doenças neurológicas e aparentemente saudáveis.

Os critérios de inclusão foram: 1) idade entre 50 e 75 anos; 2) indivíduos que não estivessem envolvidos em treinamento de força nos últimos seis meses; 3) sem significativos problemas de saúde e/ou incapacidade que pudessem ser agravados com o protocolo experimental; 4) indivíduos com DP que não apresentassem déficits cognitivos de acordo com escore do Miniexame do Estado Mental (MEEM), ou seja,  $\geq$  que 24 pontos para os alfabetizados ou  $\geq$  17 para os analfabetos (17, 18); 5) sem outra doença neurológica no GP ou qualquer outra condição que limitasse a capacidade de realizar o protocolo de estudo.

### Nível de atividade física

O nível de atividade física foi obtido pela aplicação do Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ). O modelo usado no presente estudo corresponde à tradução oficial em português da versão curta, previamente validada para a população brasileira (19). Para categorizar os resultados obtidos, foi utilizada a divisão em dois grupos: 1) insuficientemente ativos; e 2) ativos (20).

### Pico de torque isocinético

A força do quadríceps foi mensurada utilizando-se o dinamômetro isocinético Biodex Sytem 3 (Biodex Medical Sytem, New York, USA) calibrado seguindo as orientações do fabricante. Após a explicação detalhada da avaliação, os voluntários foram cuidadosamente posicionados no assento do aparelho. O eixo de rotação do braço do dinamômetro foi alinhado com o epicôndilo lateral do fêmur. O local de aplicação da força foi posicionado aproximadamente a dois centímetros do maléolo medial. Os cintos foram fixados com velcro no tronco, pelve e coxa para evitar possíveis movimentos compensatórios. Após aquecimento no equipamento, o protocolo consistiu em três séries de dez contrações musculares concêntricas de extensão bilateral de joelho em velocidade de  $90^{\circ} \cdot s^{-1}$ . Foi solicitado aos voluntários que realizassem o teste com maior vigor possível e o encorajamento verbal foi realizado durante toda a mensuração. Os participantes informaram por autorrelato qual o membro inferior mais acometido pela doença apenas no dia da avaliação, que foi realizada na fase

“on”, ou seja, entre uma e duas horas após o uso da medicação. O valor registrado para as análises posteriores foi o maior PT das três séries, o qual foi expresso em valores absolutos (N.m) e relativos à massa corporal ( $N.m/kg^{-1}$ ).

Para a análise entre os membros do GP, foram considerados os dados do PT do membro mais acometido e do menos acometido pela doença. Para a análise entre os grupos foram utilizados os valores do PT do membro mais acometido do GP e o membro inferior direito do GC. Essa escolha foi baseada em estudos anteriores que não encontraram diferenças isocinéticas entre o membro inferior dominante e o não dominante em indivíduos destreinados (14, 21).

#### Análise estatística

Foi realizado o teste de normalidade de Shapiro-wilk para todas as variáveis. Para comparar os grupos quanto às características demográficas foi empregado o teste t de Student nos casos em que as variáveis apresentavam distribuição gaussiana. Nos casos em que não se observou normalidade nos dois grupos foi empregado o teste não paramétrico de Mann Whitney. Para comparar os valores médios entre os grupos utilizou-se o teste t de Student. Para comparar os valores médios entre o membro mais acometido e o menos acometido no GP, utilizou-se o teste t de Student para amostras dependentes. O nível de significância adotado foi  $p < 0,05$ . Os dados foram analisados utilizando-se o aplicativo SPSS 17.0.

#### Resultados

Considerando as médias e desvio padrão das características da amostra, não houve diferença estatística significativa entre os dois grupos em relação à idade, massa corpórea, altura e índice de massa corporal (IMC). Na avaliação da severidade da doença pela escala modificada de H&Y, três sujeitos foram classificados com 3 e a maioria em 2. Os resultados do IPAQ no GP demonstraram que 84,6% foram considerados ativos e 15,4% insuficientemente ativos. No grupo controle 61,5% foram considerados ativos e 38,5% insuficientemente ativos (Tabela 1).

O PT isocinético dos indivíduos do GP e GC estão apresentados nos Gráficos 1 e 2. O PT absoluto do músculo quadríceps foi significativamente menor

nos indivíduos com a DP quando comparados ao GC. Porém, essa diferença não atingiu significância estatística para o PT relativo à massa corporal.

Quando comparada a força muscular do quadríceps entre membros do GP, tanto o PT em valores absolutos como relativos à massa corporal foram significativamente inferiores no membro mais acometido quando comparados ao membro menos acometido pela doença (Gráficos 3 e 4).

#### Discussão

O dinamômetro isocinético vem sendo amplamente utilizado para avaliar a força muscular de idosos tanto na prática clínica como em protocolos de pesquisa (22). Embora ainda existam poucas referências, é crescente o número de estudos que utilizam esse equipamento para investigação da força de diferentes grupos musculares em indivíduos com DP (2, 5). No presente estudo, os resultados da avaliação do PT no dinamômetro isocinético demonstraram diferença significativa da força do quadríceps em indivíduos com DP quando comparados com sujeitos sem a doença pareados por idade e gênero, corroborando com investigações anteriores (5, 14). Durmus (5) avaliou o PT do quadríceps em três velocidades ( $90^{\circ}.s^{-1}$ ,  $120^{\circ}.s^{-1}$  e  $150^{\circ}.s^{-1}$ ) e observou que a fraqueza muscular dos indivíduos com DP independe da velocidade. Apesar das evidências apontarem a fraqueza muscular como uma característica da DP, ainda tem sido questionada a origem deste déficit de força, se periférica ou central, se inerente à doença ou oriunda de fatores externos.

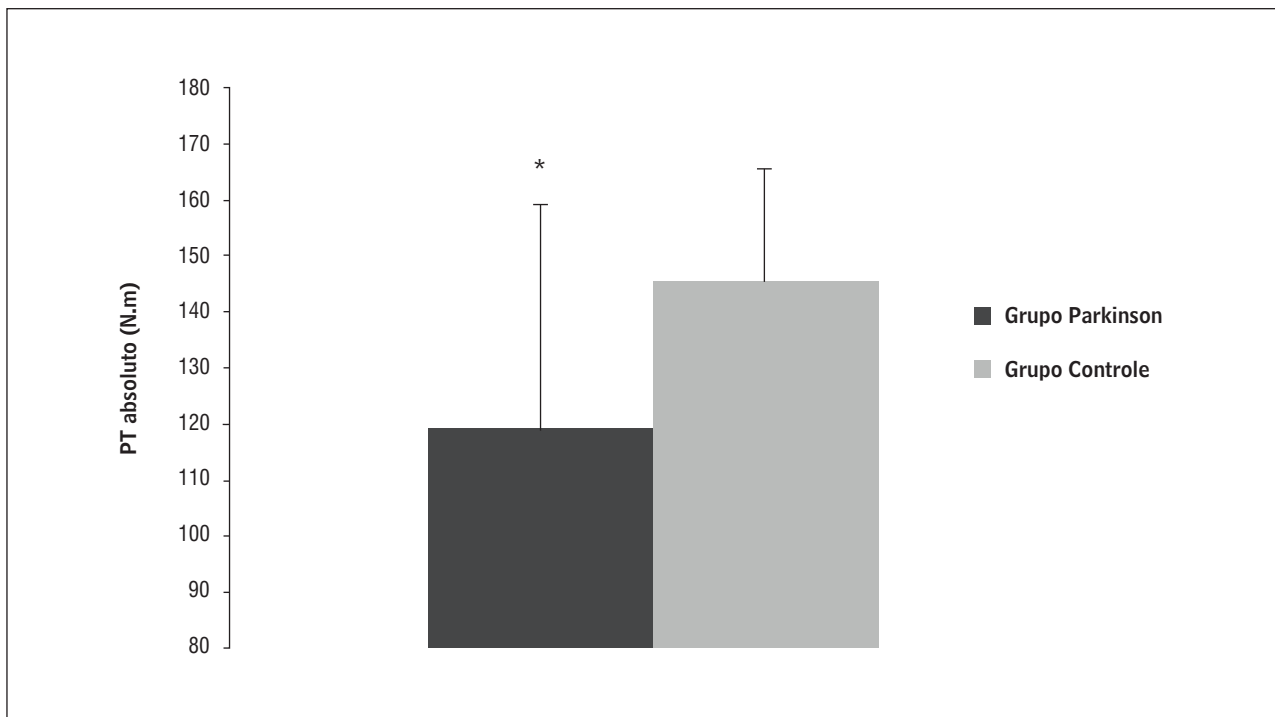
Dentre os fatores externos, o nível de prática de atividade física regular parece ser um dado importante nas pesquisas de avaliação de força muscular na DP, uma vez que alguns estudos mostram que indivíduos com DP têm um nível de prática de atividade física menor e por isso estariam mais expostos aos efeitos deletérios do imobilismo (23). Contudo, os estudos considerando o nível de atividade física na avaliação de força muscular na DP ainda são escassos, tendo sido reportado apenas por Inkster (14). No presente estudo, a maioria dos participantes do GP (84,6%) foi considerada fisicamente ativa. Esse dado sugere que a menor capacidade de gerar torque na DP pode ser oriunda principalmente das alterações do sistema nervoso central e não da inatividade física. Não obstante, o nível de atividade física foi avaliado por meio de

**Tabela 1** – Características dos participantes (médias  $\pm$  desvio padrão)

	GP (n = 13)	GC (n = 13)	Valor de P
Idade (anos)	64,08 $\pm$ 6,87	62,73 $\pm$ 6,42	0,621
Massa corporal (kg)	73,82 $\pm$ 13,03	79,48 $\pm$ 11,40	0,130*
Estatura (m)	1,66 $\pm$ 0,07	1,71 $\pm$ 0,07	0,091
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	26,76 $\pm$ 4,15	27,19 $\pm$ 2,56	0,754
Tempo de diagnóstico (anos)	5,5 $\pm$ 3,01		
H&Y	2,3 $\pm$ 0,48		
NAF			
Ativo	11	8	
Insuficientemente ativo	2	5	

Legenda: \* = resultado do teste de Mann Whitney; H&Y = Hoehn e Yahr (escala modificada); NAF = Nível de Atividade Física.

Fonte: Dados de pesquisa.

**Gráfico 1** – Pico de torque absoluto (PT absoluto) dos grupos avaliados

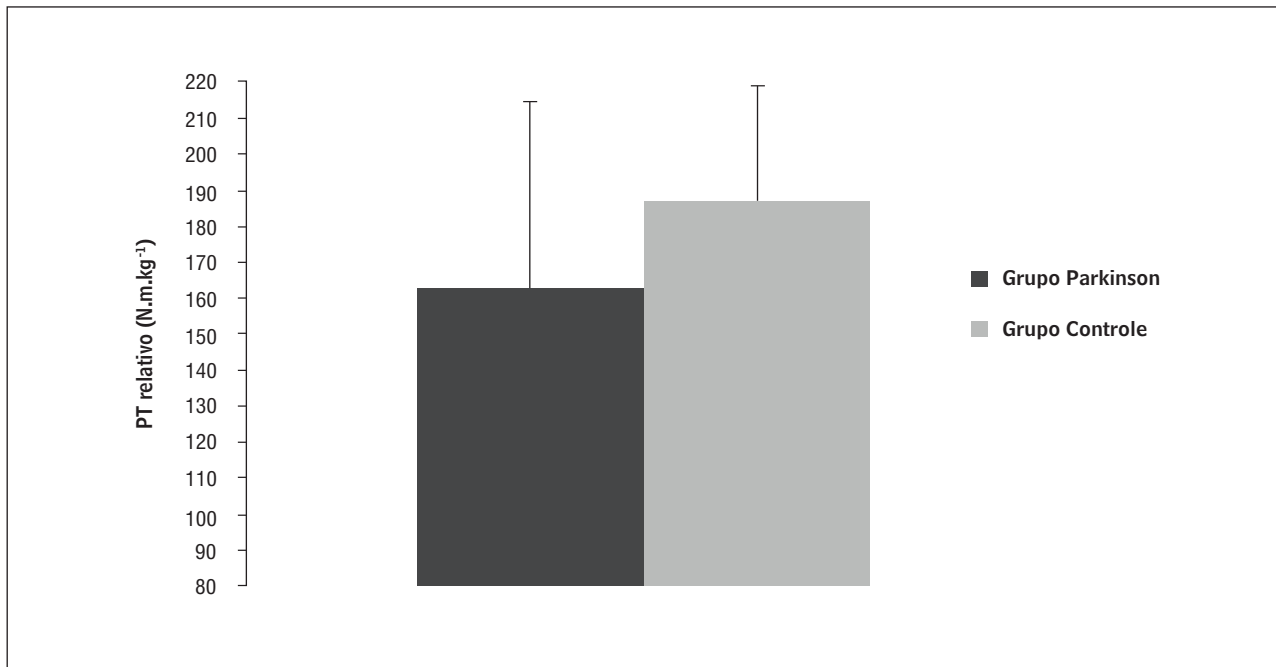
Legenda: \* = significativamente diferente em relação ao GC ( $p < 0,05$ ).

questionário, portanto, a temática ainda precisa ser melhor investigada em futuros estudos.

Enquanto alguns autores avaliaram a força nos períodos “on” e “off” da doença, este estudo foi realizado somente no período “on”, visando avaliar o PT no melhor estado motor, pois se almeja que o doente permaneça a maior parte do dia com o tratamento, inclusive para a prática de exercícios (4, 5, 24, 25). Assim, as diferenças do PT encontradas entre os

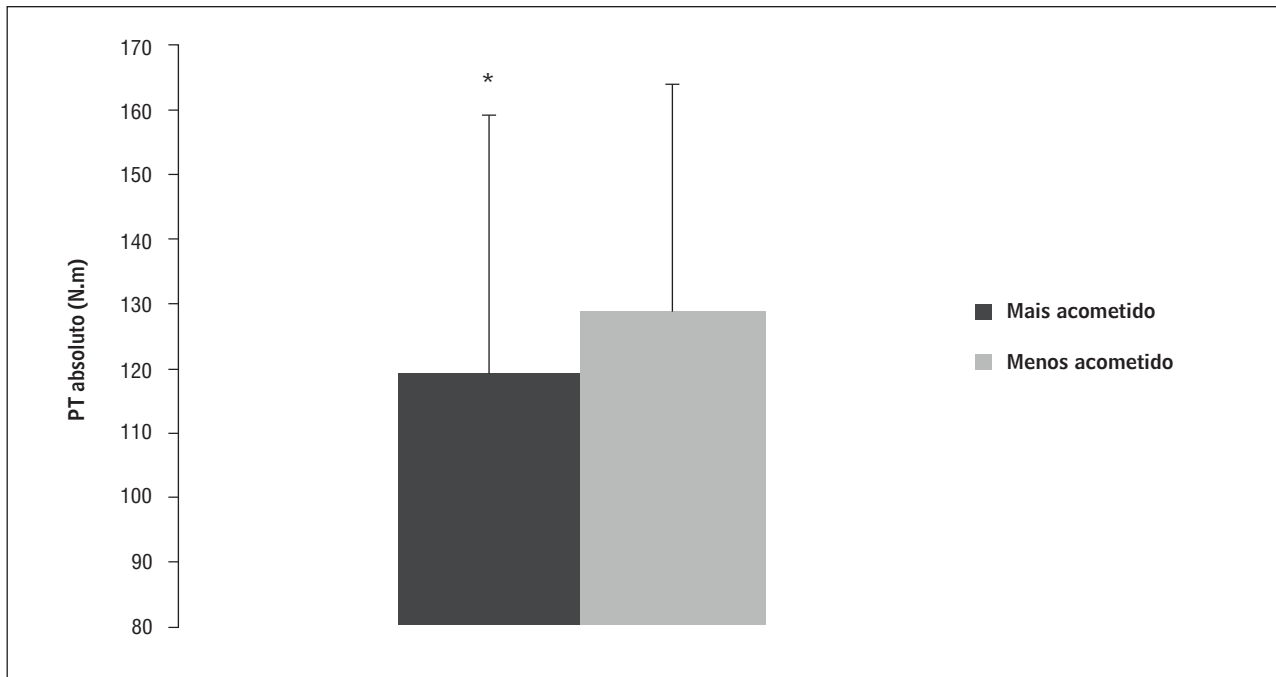
grupos, mesmo com o grau de severidade ainda leve a moderado (média de 2,3) e do efeito positivo da droga antiparkinsoniana no desempenho motor, também reforçam que a fraqueza muscular parece ser uma manifestação clínica influenciada pelas alterações centrais provocadas pela doença.

Os gânglios da base são um grupo de núcleos neuronais, localizados na base do cérebro, que fazem parte de uma complexa rede de circuitos, entre eles



**Gráfico 2** – Pico de torque relativo (PT relativo) dos grupos avaliados

Fonte: Dados de pesquisa.



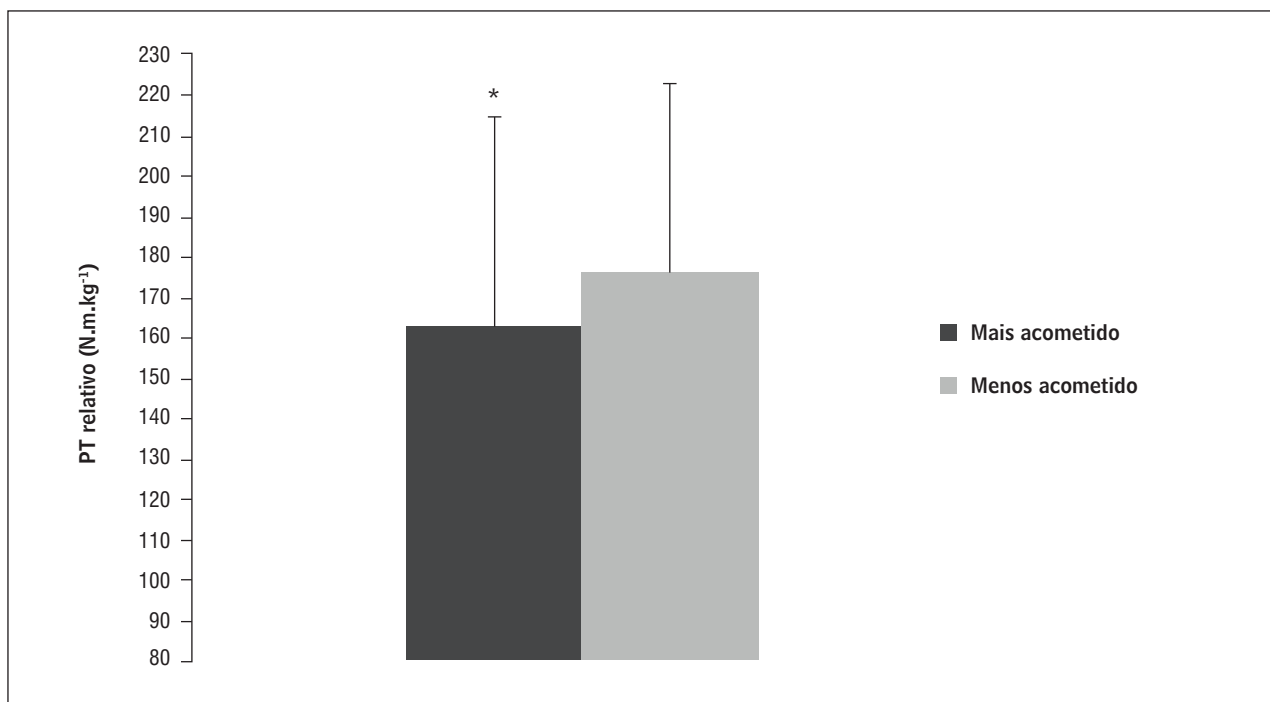
**Gráfico 3** – Pico de torque absoluto (PT absoluto) do membro mais acometido e membro menos acometido do grupo Parkinson (GP)

Legenda: \* = significativamente diferente em relação ao membro mais acometido ( $p < 0,05$ ).

Fonte: Dados de pesquisa.

o circuito motor; este responsável pelo planejamento e sequenciamento de atos motores do indivíduo. Na DP, as projeções oriundas das áreas motoras do córtex

cerebral ao estriado, um dos grupamentos neuronais dos gânglios da base, estão alteradas em função da diminuição da liberação de dopamina da substância



**Gráfico 4** – Pico de torque relativo (PT relativo) do membro mais acometido e membro menos acometido do grupo Parkinson (GP)

Legenda: \* Significativamente diferente em relação ao membro mais acometido ( $p < 0,05$ ).

Fonte: Dados de pesquisa.

negra. As alterações da condução neural na via corticoestriatal levam a uma sequência de desarranjos nas demais vias dos gânglios da base, gerando disfunções nas respostas motoras (26). Assim, na DP, as perturbações ocorridas nos gânglios da base comprometem a via eferente, provocando, possivelmente, diminuição da ativação de unidades motoras e, como consequência, déficit na produção de torque muscular, como observado no presente estudo.

Vale ressaltar, também, que as desordens que afetam os gânglios da base geram distúrbios nas conexões do tálamo com o córtex pré-frontal, e na integração límbica para as atividades voluntárias, podendo provocar o aumento do esforço percebido, da desmotivação e da dificuldade para execução de atividades (27). Esses sintomas, que são característicos da fadiga central, estão comumente presentes em indivíduos com DP (28) e, embora não avaliados no presente estudo, podem exercer influência no déficit de força muscular observado nessa população.

Quando comparadas as médias do PT entre os dois membros do GP, o PT do membro mais acometido foi significativamente menor. Esse resultado foi encontrado em estudos anteriores (5, 6, 13). No entanto, alguns autores

identificaram que essa diferença de força é dependente da velocidade, e que em velocidades menores que  $90^{\circ}.s^{-1}$  não há distinção do PT entre os membros (6, 13). Por exemplo, Inkster (14) não encontrou diferença entre os membros na velocidade de  $45^{\circ}.s^{-1}$ . Malicka (15) avaliou o PT de extensão bilateral do joelho nas velocidades de  $60^{\circ}.s^{-1}$  e  $180^{\circ}.s^{-1}$  e, mesmo em velocidades maiores, não identificou diferença entre os membros mais e menos acometidos pela doença.

Apesar de os resultados deste estudo apresentarem diferença do PT entre os membros, acredita-se que há manifestação do sinal da bradicinesia em testes isocinéticos com velocidades mais altas, o que pode interferir na produção de força, diminuindo o PT gerado (29). Além disso, já se tem comprovado na literatura que quanto maior a velocidade do teste isocinético aplicado, menor a capacidade de gerar torque, tanto em adultos quanto em idosos (30).

## Conclusão

Com base nos resultados observados, conclui-se que portadores da DP apresentam PT significativamente inferior quando comparados a indivíduos

neurologicamente saudáveis e pareados por gênero e idade. Adicionalmente, foi observado que, na velocidade avaliada, a fraqueza muscular encontra-se exacerbada no membro mais acometido pela doença.

## Referências

1. Obeso JA, Rodriguez-Oroz MC, Rodriguez M, Arbizu J, Gimenez-Amaya JM. The basal ganglia and disorders of movement: pathophysiological mechanisms. *News Physiol Sci*. 2002;17:51-5.
2. Cano-De-La-Cuerda R, Perez-de-Herédia M, Mian-golarra-Page JC, Muñoz-Hellín E, Fernández-de-Las-Peñas C. Is There muscular weakness in Parkinson's disease? *Am J Phys Med Rehabil*. 2010;89(1):70-6.
3. Fahn S. Description of Parkinson's disease as a clinical syndrome. *Ann N Y Acad Sci*. 2003;991:1-14.
4. Corcos DM, Chen CM, Quinn NP, McAuley J, Rothwell JC. Strength in parkinson's disease: relationship to rate of force generation and chd status. *Ann Neurol*. 1996;39(1):79-88.
5. Durmus B, Baysal O, Altinayar S, Altay Z, Ersoy Y, Ozcan C. Lower extremity isokinetic muscle strength in patients with Parkinson's disease. *J Clin Neurosci*. 2010;17(7):893-6.
6. Kakinuma S, Nogaki H, Pramanik B, Morimatsu M. Muscle weakness in Parkinson's disease: isokinetic study of the lower limbs. *Eur Neurol*. 1998;39(4):218-22.
7. Dibble LE, Christensen J, Ballard DJ, Foreman KB. Diagnosis of fall risk in Parkinson disease: an analysis of individual and collective clinical balance test interpretation. *Phys Ther*. 2008;88(3):323-32.
8. Dibble LE, Lange M. Predicting falls in individuals with Parkinson disease: a reconsideration of clinical balance measures. *J Neurol Phys Ther*. 2006;30(2):60-7.
9. Schilling BK, Karlage RE, LeDoux MS, Pfeiffer RF, Weiss LW, Falvo MJ. Impaired leg extensor strength in individuals with Parkinson disease and relatedness to functional mobility. *Parkinsonism Relat Disord*. 2009;15(10):776-80.
10. Falvo MJ, Schilling BK, Earhart GM. Parkinson's disease and resistive exercise: rationale, review, and recommendations. *Mov Disord*. 2008;23(1):1-11.
11. Berardelli A, Rothwell JC, Thompson PD, Hallett M. Pathophysiology of bradykinesia in Parkinson's disease. *Brain*. 2001;124(Pt 11):2131-46.
12. Stevens-Lapsley J, Kluger BM, Schenkman M. Quadriceps muscle weakness, activation deficits, and fatigue with parkinson disease. *Neurorehabil Neural Repair*. 2012; 26(5):533-41.
13. Nogaki H, Kakinuma S, Morimatsu M. Movement velocity dependent muscle strength in Parkinson's disease. *Acta Neurol Scand*. 1999;99(3):152-7.
14. Inkster LM. Leg Muscle strength is reduced in parkinson's disease and relates to the ability to rise from a chair. *Mov Disord*. 2003;18(2):157-62.
15. Malicka I. Parameters characterising isokinetic muscular activity in patients with Parkinson's disease – a pilot study. *Med Rehabil*. 2006;10(3):29-37.
16. Hoehn MM, Yahr MD. Parkinsonism: onset, progression and mortality. *Neurology*. 1967;17(5):427-42.
17. Laks J, Batista EM, Guilherme ER, Contino AL, Faria ME, Figueira I, et al. O mini exame do estado mental em idosos de uma comunidade: dados parciais de Santo Antônio de Pádua, RJ. *Arq Neuropsiquiatr*. 2003;61(3B):782-5.
18. Folstein MF, Folstein SE, McHugh PR. "Mini-mental state". A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J Psychiatr Res*. 1975;12(3):189-98.
19. Matsudo S, Araújo T, Marsudo V, Andrade D, Andrade E, Oliveira LC, et al. Questionário internacional de atividade física (IPAQ): estudo de validade e reprodutibilidade no Brasil. *Rev Bras Ativ Fis Saúde*. 2001;6(2):5-18.
20. Hallal PC, Victora CG, Wells JC, Lima RC. Physical inactivity: prevalence and associated variables in Brazilian adults. *Med Sci Sports Exerc*. 2003 Nov;35(11):1894-900.
21. Brown LE, editor. *Isokinetics in human performance*. Champaign: Human Kinetics; 2003.
22. Bottaro M, Russo A, Oliveira RJ. The effects of rest interval on quadriceps torque during an isokinetic testing protocol in elderly. *J Sports Sci Med*. 2005;4:285-90.
23. 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.



24. Frazzitta G, Maestri R, Bertotti G, Uccellini D, Bazzini G, Abelli P, et al. Rehabilitation in Parkinson's disease: assessing the outcome using objective metabolic measurements. *Mov Disord.* 2010;25(5):609-14.
25. de-PaulaFR, Teixeira-SalmelaLF, FariaCDCM, de BritoPR, Cardoso F. Impact of an exercise program on physical, emotional, and social aspects of quality of life of individuals with Parkinson's disease. *Mov Disord.* 2006;21(8):1073-7.
26. Bedin S. Organização funcional dos circuitos dos núcleos da base afetados na doença de Parkinson e na discinesia induzida pela Levodopa. *Saúde em Revista.* 2003;5(9):77-88.
27. Chaudhuri A, Behan PO. Fatigue in neurological disorders. *Lancet.* 2004;363(9413):978-88.
28. Elbers R, van Wegen EE, Rochester L, Hetherington V, Nieuwboer A, Willems AM, et al. Is impact of fatigue an independent factor associated with physical activity in patients with idiopathic Parkinson's disease? *Mov Disord.* 2009;24(10):1512-8.
29. Koller W, Kase S. Muscle strength testing in Parkinson's disease. *Eur Neurol.* 1986;25(2):130-3.
30. Brown LE, Weir JP. ASEP procedures recommendation I: accurate assessment of muscular strength and power. *J Exerc Physiol.* 2001;4(3):1-21.

Recebido: 30/06/2012  
*Received:* 06/30/2012

Aprovado: 01/08/2013  
*Approved:* 08/01/2013