

PREDITORES DO DESEMPENHO NO TESTE DE ALCANCE FUNCIONAL EM PESSOAS COM DOENÇA DE PARKINSON

PREDICTORS OF THE FUNCTIONAL REACH TEST IN PEOPLE WITH PARKINSON'S DISEASE

Luana Carolina de Morais¹, Marcelo Pinto Pereira¹, Juliana Lahr¹, Paulo Henrique da Silva Pelicioni^{1,2}, Natália Madalena Rinaldi^{1,3} e Lilian Teresa Bucken Gobbi¹

¹Universidade Estadual Paulista, Rio Claro-SP, Brasil.

²University of New South Wales, Sydney-New South Wales, Austrália.

³Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória-ES, Brasil.

RESUMO

A instabilidade postural, um sinal/sintoma cardinal da doença de Parkinson (DP), é caracterizada pela associação entre alinhamento postural, amplitude de movimento e rigidez muscular. O objetivo foi analisar a relação entre o desempenho no teste de alcance funcional (TAF) e fatores relacionados a amplitude de movimento e aspectos clínicos da doença. Participaram 25 pessoas com DP nos estágios 1,0 e 1,5 da Hoehn e Yahr. As variáveis dependentes analisadas foram: desempenho no TAF e as pontuações nos itens da avaliação clínica da *Unified Parkinson's Disease Rating Scale*: teste de retropulsão, rigidez muscular e condição motora. A distância média no TAF foi de 25,3 cm e o deslocamento anteroposterior médio do centro de pressão foi de 2,69 cm. A amplitude de movimento articular do tornozelo está associada ao desempenho no TAF, enquanto a estabilidade postural está associada ao deslocamento anteroposterior do centro de pressão durante o TAF. Conclui-se que o desempenho no TAF em pessoas com DP é determinado pelo nível individual de equilíbrio e pela amplitude articular do tornozelo e a rigidez muscular e alterações funcionais do envelhecimento são responsáveis pelo desempenho no TAF.

Palavras-chave: Equilíbrio postural. Doença de Parkinson. Rigidez muscular.

ABSTRACT

Postural instability, a cardinal signal/symptom of Parkinson's disease (PD), is characterized by the association among postural alignment, joint range of motion and muscular rigidity. The aim was to analyze the relationship between the performance in functional reach test (FRT) and associated factors such as joint range of motion and PD clinical features. Twenty-five people with PD in stages 1 and 1.5 of Hoehn & Yahr participated in the study. The analyzed dependent variables were: FRT performance and the scores in the items of clinical evaluation of the *Unified Parkinson's Disease Rating Scale*: pull-test, motor rigidity and motor condition were used. The average distance in the FRT was 25.3 cm and the mean anterior-posterior displacement of the center of pressure was 2.69 cm. The ankle range of motion is associated with the FRT performance, while the postural stability is associated with the anterior-posterior displacement of the center of pressure during the FRT. We conclude that the FRT performance in people with PD is determined the individual level of balance and by the ankle joint amplitude and the muscular rigidity and functional changes due to aging are responsible by the FRT performance.

Keywords: Postural balance. Parkinson's disease. Muscular rigidity.

Introdução

A doença de Parkinson (DP) é uma desordem neurológica crônica e progressiva, associada a declínio funcional^{1,2}. Atualmente, é a segunda desordem neurodegenerativa de maior prevalência no mundo, afetando de 0,5 a 1% da população com idade entre 65 e 69 anos, sendo que a prevalência aumenta com a idade, chegando a 3% na população com 80 anos de idade³⁻⁵. No Brasil, os dados epidemiológicos apontam que 3,3% da população brasileira com mais de 64 anos é acometida pela doença⁶.

A DP é decorrente da morte progressiva dos neurônios dopaminérgicos da substância negra, que ocasiona comprometimentos motores e cognitivos que reduzem a funcionalidade e

é caracterizada pela presença de sinais e sintomas motores de tremor de repouso, rigidez articular, bradicinesia e instabilidade postural^{1,2,7}. A instabilidade postural representa um dos sintomas motores mais incapacitantes da DP, sendo um dos principais fatores de risco de queda^{8,9}.

A alteração da estabilidade postural de pessoas com DP é multifatorial⁹ e caracterizada pela associação entre os fatores: alinhamento postural, amplitude de movimento e rigidez articular^{10,11}. A postura característica destas pessoas, *stooped posture*, marcada pela flexão de tronco, quadril e joelhos, tem sido atribuída à rigidez muscular e articular. A *stooped posture* reduz a amplitude de movimento, implica na inflexibilidade das respostas posturais reativas, como na menor movimentação do quadril e do joelho durante uma perturbação externa, e pode aumentar a ocorrência de quedas^{11,12}. Ainda, outros fatores estão associados à instabilidade postural e relacionados com a progressão da doença, como os aspectos clínicos avaliados pela *Unified Parkinson Disease Rating Scale* (UPDRS – escala padrão ouro para a DP), dentre eles o comprometimento motor (subescala motora), a estabilidade postural (teste de retropulsão) e a rigidez muscular já mencionada anteriormente^{13,14}, além do estadiamento da doença avaliado pela escala de Hoehn & Yahr.

Um teste amplamente aplicado na clínica e recomendado para avaliar a estabilidade postural em pessoas com DP é o teste de alcance funcional^{15,16}. Este teste mensura a estabilidade anteroposterior por meio da distância em centímetros que a pessoa consegue alcançar à frente, enquanto em pé¹⁷. Durante o teste, geralmente é mensurada a posição do centro de pressão (CoP) por meio de posturografia¹⁸. A posturografia fornece indicadores acurados de equilíbrio dinâmico, como o deslocamento anteroposterior do CoP, que não são obtidos com o exame clínico¹⁹ e onde a excursão do centro de pressão está associada a quedas e fragilidade física^{20,21}. Entretanto, os fatores mencionados têm sido pouco considerados na relação e predição do desempenho no teste de alcance funcional em pacientes com DP. O esclarecimento da relação entre os fatores associados a amplitude de movimento e aspectos clínicos e, principalmente, a predição do teste de alcance funcional, poderá nortear o processo avaliativo, a prática clínica e as intervenções para esta população, uma vez que o teste de alcance funcional é facilmente aplicável na clínica e fornece parâmetros para interpretar e monitorar a instabilidade.

Alguns estudos observaram que a rigidez tem importante relação com o desempenho do controle postural^{22,23}. O estudo de Rocchi et al.²² observou que pacientes com o sintoma motor predominante de rigidez apresentavam pior desempenho em algumas situações de controle postural. Portanto, espera-se que a amplitude de movimento esteja intimamente relacionada e que seja capaz de prever o desempenho no teste de alcance funcional, em destaque aos demais aspectos clínicos.

Assim, o objetivo deste estudo foi analisar a relação entre o desempenho do teste de alcance funcional (distância máxima alcançada à frente e deslocamento anteroposterior do CoP) e fatores relacionados a amplitude de movimento (tronco, quadril, joelho e tornozelo) e aspectos clínicos da doença (estabilidade postural, comprometimento motor, rigidez articular e estadiamento da doença).

Métodos

Participantes

Foram recrutados para este estudo 25 pessoas com DP idiopática, selecionados através do banco de dados do Laboratório de Estudos da Postura e Locomoção (LEPLO) na Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho (UNESP). Dos 250 cadastros do banco de dados, 70 são acessíveis e destes, 25 pacientes atenderam aos critérios de inclusão. Como

critério de inclusão aplicou-se: estágio da doença de 1 e 1,5 na escala de Hoehn & Yahr (H&Y) – pontua o grau de acometimento da doença²⁴; ausência de outras doenças neurológicas, osteoarticulares e comprometimentos vestibulares ou outras patologias que não permitissem a realização da tarefa. Todos os participantes estavam cientes do estudo, concordaram e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido aprovado pelo comitê de ética local (protocolo 3936, 05/06/2012).

Procedimentos

Inicialmente, dados demográficos (idade e gênero) e antropométricos (peso e estatura) foram obtidos. Na sequência, a amplitude de movimento articular foi mensurada por meio de um flexímetro (medida em graus). A medição da flexão do tronco foi realizada com a pessoa em pé, a flexão e a hiperextensão de quadril e a hiperextensão de joelho em decúbito dorsal e a plantiflexão e a dorsiflexão de tornozelo na posição sentada²⁵.

A *Unified Parkinson Disease Rating Scale* (UPDRS)²⁶ foi utilizada para a avaliação dos comprometimentos da doença. A UPDRS é subdividida em três subescalas: I- Estado mental, humor e comportamento, II – Atividades da vida diária e III – Exame da motricidade. A pontuação obtida no item 30 da UPDRS, teste de retropulsão, que avalia o comportamento da pessoa na recuperação do equilíbrio após ser puxado para trás, foi considerada como variável dependente para estabilidade postural. Da mesma forma, a rigidez articular foi considerada a partir da somatória dos pontos nos subitens (cervical, membros superiores e inferiores) do item 22 da UPDRS. A condição motora foi determinada como a pontuação obtida na subescala motora da UPDRS. A escala de Hoehn & Yahr (H&Y)^{24,27} foi utilizada para a avaliação do estadiamento da doença.

No teste de alcance funcional, o indivíduo foi convidado a elevar os braços até a altura do ombro e, em seguida, realizar um alcance máximo para frente sem movimentar os pés. A distância máxima alcançada à frente foi medida com uma fita métrica e expressa em centímetros (cm). O teste apresenta boa reprodutividade (ICC=0,836)²⁸ e boa confiabilidade interexaminadores (ICC=0,81)²⁹. Três tentativas foram realizadas e apenas o maior valor obtido foi considerado³⁰. O teste de alcance funcional foi realizado sobre uma plataforma de força (Kistler, modelo 9286A) e o deslocamento anteroposterior (AP) do centro de pressão foi calculado na mesma tentativa selecionada pela distância máxima alcançada à frente, obtido por meio de algoritmo escrito em linguagem Matlab.

O desempenho dos participantes no teste de alcance funcional (distância máxima alcançada à frente e deslocamento anteroposterior do centro de pressão) foi analisado por meio de estatística descritiva. Para verificar o relacionamento entre o desempenho no teste de alcance funcional e as variáveis referentes à amplitude de movimento articular, estabilidade postural, rigidez articular, condição motora e estadiamento da doença foi empregado o teste de correlação de Spearman (rho).

Resultados

Os dados demográficos e antropométricos que caracterizam a amostra estão apresentados na Tabela 1.

A Tabela 2 apresenta as médias e desvios-padrão das variáveis relativas a estabilidade postural, rigidez muscular, estadiamento da doença, condição motora, amplitude de movimento articular e alcance funcional.

A Tabela 3 apresenta os resultados da correlação de Spearman (rho) entre as variáveis do alcance funcional (distância máxima alcançada à frente e o deslocamento anteroposterior do centro de pressão) e as variáveis demográficas, antropométricas, amplitude de movimento articular, estabilidade postural, rigidez articular, condição motora e estadiamento da doença.

Houve correlação ordinal positiva de magnitude moderada entre a distância máxima alcançada à frente e a amplitude de movimento articular em plantiflexão do tornozelo; enquanto que correlação ordinal negativa de magnitude moderada foi observada entre o deslocamento anteroposterior do centro de pressão e a estabilidade postural.

Tabela 1. Caracterização da amostra.

Variáveis	Média±desvio-padrão (intervalo)
Gênero (M/F)	11/14
Idade (anos)	69,9±6,94 (44-87)
Peso (Kg)	66,3±19,87 (43-103,6)
Estatutura (cm)	152,5±32,74 (146-179)

Fonte: Os autores.

Tabela 2. Média e desvios-padrão das variáveis relativas a estabilidade postural, rigidez muscular, estadiamento da doença, condição motora, amplitude de movimento articular e alcance funcional.

Variáveis	Média±desvio-padrão (intervalo)
Estabilidade Postural/Retropulsão (pontos)	0,8±0,58 (0-2)
Rigidez Muscular (pontos)	2,4±1,68 (0-5)
Estadiamento da Doença/H&Y (estágio)	1,36±0,22 (1-1,5)
Condição Motora/UPDRS motora (pontos)	18,68±7,45 (8-41)
<i>Amplitude de Movimento Articular</i>	
Flexão de Tronco (°)	24,40±8,43 (10-42)
Flexão de Quadril (°)	83,86±11,92 (53,5-104)
Hiperextensão de Quadril (°)	5,86±2,65 (1,5-11)
Flexão de Joelho (°)	110,48±15,21 (77,5-135,5)
Hiperextensão de Joelho (°)	2,72±1,18 (0-5,5)
Plantiflexão de Tornozelo (°)	32,46±7,04 (16,5-44)
Dorsiflexão de Tornozelo (°)	21,14±8,02 (6-36)
<i>Alcance Funcional</i>	
Distância máxima alcançada à frente (cm)	25,38±3,85 (18,17-34)
Deslocamento anteroposterior do centro de pressão (cm)	2,69±0,70 (1,55-3,9)

Fonte: Os autores.

Discussão

O objetivo do presente estudo foi analisar o desempenho do teste de alcance funcional e sua relação com fatores associados, como amplitude de movimento articular, estabilidade postural, rigidez articular, condição motora e estadiamento da doença. Os resultados demonstraram que a amplitude de movimento articular do tornozelo (flexão plantar) está associada ao desempenho no teste de alcance funcional, enquanto a estabilidade postural está associada ao deslocamento anteroposterior do centro de pressão durante o teste de alcance funcional.

Tabela 3. Resultados da correlação de Spearman (rho) e significância (p-valor) entre as variáveis distância máxima alcançada à frente e deslocamento anteroposterior do centro de pressão com as variáveis demográficas, antropométricas, amplitude de movimento articular, estabilidade postural, rigidez articular, condição motora e estadiamento da doença.

Variáveis	Distância máxima alcançada à frente	Deslocamento anteroposterior do centro de pressão (AP)
Distância máxima alcançada à frente	-	$\rho=0,030$; $p=0,887$
Deslocamento anteroposterior do centro de pressão	$\rho=0,030$; $p=0,887$	-
Idade	$\rho= 0,366$; $p=0,072$	$\rho= -0,163$; $p=0,436$
Estatura	$\rho= 0,119$; $p=0,581$	$\rho= -0,070$; $p=0,745$
Peso	$\rho= 0,256$; $p=0,227$	$\rho= -0,084$; $p=0,695$
Estabilidade Postural	$\rho= 0,296$; $p=0,151$	$\rho= -0,417$; $p=0,038$
Rigidez Articular	$\rho= -0,191$; $p=0,361$	$\rho= -0,231$; $p=0,267$
Estadiamento da Doença/H&Y	$\rho= 0,186$; $p=0,373$	$\rho= 0,272$; $p=0,188$
Condição Motora/UPDRS motora	$\rho= 0,110$; $p=0,601$	$\rho= 0,191$; $p=0,361$
Flexão de Tronco	$\rho= -0,234$; $p=0,260$	$\rho= 0,138$; $p=0,510$
Flexão de Quadril	$\rho= -0,150$; $p=0,474$	$\rho= 0,141$; $p=0,500$
Hiperextensão de Quadril	$\rho= -0,234$; $p=0,259$	$\rho= 0,249$; $p=0,230$
Flexão de Joelho	$\rho= -0,210$; $p=0,315$	$\rho= 0,257$; $p=0,215$
Hiperextensão de Joelho	$\rho= -0,063$; $p=0,764$	$\rho= 0,191$; $p=0,360$
Plantiflexão de Tornozelo	$\rho= 0,450$; $p=0,024$	$\rho= 0,230$; $p=0,268$
Dorsiflexão de Tornozelo	$\rho= 0,181$; $p=0,385$	$\rho= 0,088$; $p=0,676$

Fonte: Os autores.

Indivíduos que apresentam instabilidade, como as pessoas com DP, normalmente utilizam a estratégia de quadril e joelho em preferência à estratégia de tornozelo³¹. Sabe-se que a estratégia de tornozelo é a primeira a ser utilizada quando há uma perturbação³². Nossos resultados sugerem que a amplitude de movimento articular do tornozelo tem um importante papel no desempenho de uma tarefa desafiadora à estabilidade postural. Esse não é um resultado totalmente inesperado, já que a relação entre a amplitude de movimento articular do tornozelo e a instabilidade postural já foi demonstrada em indivíduos com instabilidade articular³³ e mesmo em indivíduos idosos saudáveis³⁴.

O processo de envelhecimento acarreta uma série de alterações estruturais, como reposição de fibras musculares por tecido conjuntivo, aumento da quantidade de colágeno em estruturas periarticulares e redução da quantidade de líquido sinovial³⁵. Como resultado final dessas limitações observa-se uma redução natural das amplitudes de movimento articular. Acredita-se que essa redução, especialmente no tornozelo, exija a utilização de outras articulações, como joelho e quadril³⁴. Essa maior sobrecarga em articulações que não a do tornozelo pode promover adaptações inadequadas, causando maior desequilíbrio³⁴. Ainda, a redução de amplitude articular pode sobrecarregar outras estruturas periarticulares e musculares, o que eventualmente pode exacerbar a sobrecarga em outras articulações³⁶. Essa diminuição da amplitude articular pode ter um efeito ainda maior em pessoas com DP, já que estes possuem rigidez articular subjacente à doença⁴.

A relação negativa entre a estabilidade postural (mensurada pelo teste de retropulsão) e o deslocamento anteroposterior do CoP durante o teste de alcance frontal, também não é surpreendente. O teste de alcance funcional foi desenvolvido com a intenção de avaliar a estabilidade anteroposterior ao medir a máxima distância que um indivíduo consegue levar seu braço à frente, mantendo os pés em contato com o solo¹⁷. O deslocamento do centro de massa à frente, invariavelmente promove o deslocamento do CoP no mesmo sentido. Assim,

maior desempenho no teste de alcance funcional promove também maior deslocamento do CoP no sentido anterior. Portanto, como o teste de alcance funcional avalia a estabilidade anteroposterior de um indivíduo, espera-se que quanto menor capacidade de deslocar-se à frente, pior seja seu equilíbrio³⁰. Já o teste de retropulsão é o teste “padrão ouro” para avaliar a estabilidade postural e um componente-chave na avaliação clínica de pessoas com DP³⁷. Portanto, como ambos os testes avaliam essencialmente o mesmo fenômeno (instabilidade postural), não é surpresa que os desempenhos de ambos mantenham certa relação.

Entretanto, o estudo de Behrman et al.²⁰ já havia demonstrado que o teste de alcance funcional não é capaz de identificar indivíduos com DP com alto risco de quedas, diferentemente do que foi observado em indivíduos saudáveis³⁸. Alguns fatores que limitam o desempenho motor em pacientes com DP e que não são avaliados pelo teste de alcance funcional foram identificados como responsáveis por essa diferença. Entre esses fatores incluem-se déficits atencionais, alterações sensoriais, menores níveis de força e reduzida amplitude de movimento articular²⁰. De fato, nossos resultados confirmam que a amplitude articular do tornozelo está associada ao desempenho no teste de alcance funcional em pacientes com DP. Assim, nossos resultados têm relevância clínica de destaque, demonstrando a importância da manutenção da amplitude articular de tornozelo em indivíduos com DP para o bom desempenho de atividades funcionais que desafiam o equilíbrio, como o teste de alcance funcional.

Algumas limitações desse estudo devem ser mencionadas, como o baixo número de indivíduos avaliados e o uso de equipamentos com menores níveis de precisão que câmeras de alta frequência ou eletrogoniômetros. Entretanto, os resultados encontrados foram claros em demonstrar a influência da amplitude de movimento articular sobre o desempenho do teste de alcance funcional. Ainda, os materiais/métodos utilizados nesse estudo são de fácil aplicação e uma realidade na prática clínica, justificando sua utilização.

Conclusão

Pode-se concluir que o desempenho do teste de alcance funcional em pessoas com DP é determinado pelo nível individual de equilíbrio e, sobretudo, pela amplitude articular do tornozelo. Assim, acreditamos que a rigidez articular, sintoma motor clássico da DP, associado com alterações funcionais do envelhecimento sejam os principais responsáveis pelo pior desempenho no teste de alcance funcional. Nossos resultados, portanto, reforçam a necessidade de incluir exercícios de flexibilidade como estratégia de reabilitação em pessoas com DP.

Referências

1. Kalia LV, Lang AE. Parkinson's disease. *Lancet* 2015;386:896-912.
2. Jasinska-Myga B, Heckman MG, Wider C, Putzke JD, Wszolek ZK, Uitti RJ. Loss of ability to work and ability to live independently in Parkinson's disease. *Park Relat Disord* 2012;18(2):130-135.
3. Pringsheim T, Jette N, Frolkis A, Steeves TD. The prevalence of Parkinson's disease: A systematic review and meta-analysis. *Mov Disord* 2014;29(13):1583-1590.
4. Olanow CW, Stern MB, Sethi K. The scientific and clinical basis for the treatment of Parkinson disease (2009). *Neurology* 2009;72(21 Suppl 4):S1-136.
5. De Lau LM, Breteler MM. Epidemiology of Parkinson's disease. *Lancet Neurology* 2006;5(6):525-535.
6. Barbosa MT, Caramelli P, Maia DP, Cunningham MCQ, Guerra HL, Lima-Costa MF, Cardoso F. Parkinsonism and Parkinson's disease in the elderly: A community-based survey in Brazil (the Bambuí study). *Mov Disord* 2006;21(6):800-808.

7. Leonardi M, Raggi A, Pagani M, Carella F, Soliveri P, Albanese A, Romito L. Relationships between disability, quality of life and prevalence of nonmotor symptoms in Parkinson's disease. *Park Relat Disord* 2012;18(1):35-39.
8. Błaszczyk JW, Orawiec R. Assessment of postural control in patients with Parkinson's disease: sway ratio analysis. *Hum Mov Sci* 2011;30(2):396-404.
9. Benatru I, Vaugoyeau M, Azulay J-P. Postural disorders in Parkinson's disease. *Clin Neurophysiol* 2008;38(6):459-465.
10. Cohen RG, Gurfinkel VS, Kwak E, Warden AC, Horak FB. Lighten Up: Specific postural instructions affect axial rigidity and step initiation in patients with Parkinson's disease. *Neurorehabil Neural Repair* 2015;29(9):878-888.
11. Dimitrova D, Nutt JG, Horak FB. Postural muscle responses to multidirectional translations in patients with Parkinson's disease. *J Neurophys* 2004;91(1):489-501.
12. Termoz N, Halliday SE, Winter DA, Frank JS, Patla AE, Prince F. The control of upright stance in young, elderly and persons with Parkinson's disease. *Gait Posture* 2008;27(3):463-470.
13. Mancini M, Carlson-Kuhta P, Zampieri C, Nutt JG, Chiari L, Horak FB. Postural sway as a marker of progression in Parkinson's disease: A pilot longitudinal study. *Gait Posture* 2012;36(3):471-476.
14. Smithson F, Morris ME, Iansek R. Performance on clinical tests of balance in Parkinson's disease. *Phys Ther* 1998;78(6):577-592.
15. Bloem BR, Marinus J, Almeida Q, Dibble L, Nieuwboer A, Post B, et al. and for the Movement Disorders Society Rating Scales Committee. Measurement instruments to assess posture, gait, and balance in Parkinson's disease: Critique and recommendations. *Mov Disord* 2016.
16. Jacobs JV, Horak FB, Tran VK, Nutt JG. Multiple balance tests improve the assessment of postural stability in subjects with Parkinson's disease. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2006;77(3):322-326.
17. Weiner DK, Bongiorni DR, Studenski SA, Duncan PW, Kochersberger GG. Does functional reach improve with rehabilitation? *Arch Phys Med Rehabil* 1993;74(8):796-800.
18. Costarella M, Monteleone L, Steindler R, Zuccaro SM. Decline of physical and cognitive conditions in the elderly measured through the functional reach test and the mini-mental state examination. *Arch Gerontol Geriatr* 2010;50(3):332-337.
19. Chastan N, Debono B, Maltête D, Weber J. Discordance between measured postural instability and absence of clinical symptoms in Parkinson's disease patients in the early stages of the disease. *Mov Disord* 2008;23(3):366-372.
20. Behrman AL, Light KE, Flynn SM, Thigpen MT. Is the functional reach test useful for identifying falls risk among individuals with Parkinson's disease? *Arch Phys Med Rehabil* 2002;83(4):538-542.
21. Stack E, Ashburn A, Jupp K. Postural instability during reaching tasks in Parkinson's disease. *Physiother Res Int* 2005;10(3):146-153.
22. Rocchi L, Palmerini L, Weiss A, Herman T, Hausdorff JM. Balance testing with inertial sensors in patients with Parkinson's disease: assessment of motor subtypes. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng* 2014;22(5):1064-1071.
23. Franzén E, Paquette C, Gurfinkel VS, Cordo PJ, Nutt JG, Horak FB. Reduced performance in balance, walking and turning tasks is associated with increased neck tone in Parkinson's disease. *Exp Neurol* 2009;219(2):430-438.
24. Hoehn MM, Yahr MD. Parkinsonism: onset, progression and mortality. *Neurology* 1967;17:573-581.
25. Monteiro GA, Da Costa RF. Avaliação da flexibilidade: manual de utilização do flexímetro Sanny. São Bernardo do Campo (SP): American Medical Brasil, 2000.
26. Fahn S, Elton R. Members of the UPDRS Development Comitee. The Unified Parkinson's Disease Rating Scale. In: Fahn S, Marsden CD, Calne DB, Goldstein M, editors. *Recent developments in Parkinson's disease*. Florham Park NJ: Mcmellam Health Care Information; 1987, v. 2, p.153-63.
27. Schenkman ML, Clark K, Xie T, Kuchibhatla M, Shinberg M, Ray L. Spinal movement and performance of standing reach task in participants with and without Parkinson's disease. *Phys Ther* 2001;81(8):1400-1411.
28. Marangoni BEM, Tilbery CP, Miranda FM, Pavan K. Standartization of the functional reach test in patients with multiple sclerosis. *Med Rehabil* 2012;31(1):4-9.
29. Campos MPS, Vianna LG, Campos AR. Os testes de Equilíbrio, Alcance Funcional e "Timed Up and Go" e o risco de queda em idosos. *Kairós-Gerontologia* 2013;16(4):125-138.
30. Duncan PW, Weiner DK, Chandler J, Studenski S. Functional reach: a new clinical measure of balance. *J Gerontol* 1990;45(6):M192-197.
31. Horak FB. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age Ageing* 2006;35(Suppl 2):ii7-ii11.
32. Horak FB, Shupert CL, Mirka A. Components of postural dyscontrol in the elderly: a review. *Neurobiol Aging* 1989;10(6):727-738.

33. Basnett CR, Hanish MJ, Wheeler TJ, Miriovsky DJ, Danielson EL, Barr JB, et al. Ankle dorsiflexion range of motion influences dynamic balance in individuals with chronic ankle instability. *Int J Sports Phys Ther* 2013;8(2):121-128.
34. Mecagni C, Smith JP, Roberts KE, O'Sullivan SB. Balance and ankle range of motion in community-dwelling women aged 64 to 87 years: a correlational study. *Phys Ther* 2000;80(10):1004-1011.
35. Freemont AJ, Hoyland JA. Morphology, mechanisms and pathology of musculoskeletal ageing. *J Pathol* 2007;211(2):252-259.
36. Bello AI, Ababio E, Antwi-Baffoe S, Seidu MA, Adjei DN. Pain, range of motion and activity level as correlates of dynamic balance among elderly people with musculoskeletal disorder. *Ghana Med J* 2014;48(4):214-218.
37. Nonnekes J, Goselink R, Weerdesteyn V, Bloem BR. The retropulsion test: a good evaluation of postural instability in Parkinson's disease? *J Parkinsons Dis* 2015;5(1):43-47.
38. Duncan PW, Studenski S, Chandler J, Prescott B. Functional reach: predictive validity in a sample of elderly male veterans. *J Gerontol* 1992;47(3):M93-98.

Recebido em 30/11/16.

Revisado em 25/03/17.

Aceito em 06/05/17.

Endereço para correspondência: Lilian Teresa Bucken Gobbi. Avenida 24A 1515, Bairro Bela Vista, Rio Claro, SP, CEP 13506-900. E-mail: lilian.gobbi@pq.cnpq.br