

Fisioter Bras 2019;20(1):1-8

<http://dx.doi.org/10.33233/fb.v20i1.1251>

ARTIGO ORIGINAL

Doença de Parkinson: efeito da terapia vibratória no recrutamento da musculatura postural

Parkinson disease: effects of vibrating therapy in recruitment of postural muscle

Hayslenne Andressa Gonçalves de Oliveira Araújo*, Andreia Mara Moreira*, Andreia Maria Silva, Ft., D.Sc.***, Carolina Kosour, Ft., D.Sc.***, Luciana Maria dos Reis, Ft., D.Sc.**

*Discente do Curso de Fisioterapia, Departamento de Enfermagem da Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG), Alfenas/MG, **Docente do curso de Fisioterapia da Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG), Alfenas/MG

Recebido em 18 de outubro de 2017; aceito em 14 de agosto de 2018.

Endereço para correspondência: Hayslenne Andressa Gonçalves de Oliveira Araújo, Rua Alagoas, 1572/401, Centro, Londrina PR, E-mail: h.andressa.goa@hotmail.com; Andreia Mara Moreira: m.andreiamara@hotmail.com; Andreia Maria Silva: andreia.silva@unifal-mg.edu.br; Carolina Kosour: carolina.kosour@unifal-mg.edu.br; Luciana Maria dos Reis: reislucianamaria@gmail.com

Resumo

A Doença de Parkinson (DP) é uma doença degenerativa e progressiva do sistema nervoso central, caracterizada por sintomas motores, alterações musculoesqueléticas e posturais que podem ser influenciadas por um processo de organização sensorial anormal. A eletromiografia (EMG) é uma ferramenta de avaliação não invasiva importante para análise do recrutamento da musculatura postural. A terapia vibratória surge como uma opção promissora na estimulação somatossensorial desta população. *Objetivo:* Avaliar os efeitos da terapia vibratória no recrutamento da musculatura postural em pacientes com DP. *Métodos:* Foram analisados os músculos longuíssimo lombar (LL) e trapézio ascendente (TA) por EMG. Foi realizada a aplicação de um protocolo de 8 semanas (24 atendimentos) de terapia vibratória em 10 indivíduos com DP, com avaliação e reavaliação por análise eletromiográfica da contração isométrica voluntária (CIV). *Resultados:* A terapia vibratória não mostrou resultados significativos na ativação da musculatura postural na DP, pela avaliação por EMG, sendo na comparação pré e pós-tratamento TAD ($p = 0,655$), TAE ($p = 0,655$), LLD ($p = 0,848$) e LLE ($p = 0,565$). *Conclusão:* Não houve resultados significativos na EMG após intervenção com terapia vibratória em indivíduos com DP, o que pode ser devido principalmente ao tamanho amostral. Sugere-se a realização de novos estudos com maior tamanho amostral para comprovar a eficiência da terapia vibratória nesta população.

Palavras-chave: Parkinson, vibração, eletromiografia.

Abstract

Parkinson Disease (PD) is a degenerative and progressive disease of the central nervous system, characterized by motor symptoms, musculoskeletal and postural disturbance, which may be influenced by an abnormal sensory organization process. Electromyography (EMG) is an important non-invasive assessment tool for postural muscle recruitment analysis. Vibratory therapy appears as promising option to somatosensory stimulation in this population. *Objective:* To evaluate the effects of vibratory therapy on the recruitment of postural muscles in patients with PD. *Methods:* Longissimus lumborum (LL) and the upper trapezius (UT) muscles were analyzed by EMG. A protocol of 8 weeks (24 attendances) of vibratory therapy was applied in 10 individuals with PD, with evaluation and reevaluation performed by EMG analysis of voluntary isometric contraction (VIC). *Results:* Vibratory therapy did not show significant results in the activation of the postural muscles in the PD, by the EMG evaluation, being the TAD ($p = 0.655$), APR ($p = 0.655$), LLD ($p = 0.848$) and LLE ($p = 0.565$). *Conclusion:* We did not observe significant results in the EMG after intervention with vibratory therapy in individuals with PD, which may be mainly due to the sample size. It is suggested to carry out new studies with a larger sample size to prove the efficiency of the vibratory therapy in this population.

Key-words: Parkinson, vibration, electromyography.

Introdução

A Doença de Parkinson (DP) é definida como uma doença degenerativa e progressiva do sistema nervoso central (SNC) [1-3].

Clinicamente, a DP caracteriza-se por tremor, rigidez, bradicinesia e alterações da postura, equilíbrio, controle postural e marcha. Além disso, pode gerar alterações musculoesqueléticas como fraqueza, encurtamento muscular e instabilidade postural por perda de reflexos posturais que vão interferir diretamente no desempenho funcional e independência destes indivíduos [4-6].

O padrão postural em indivíduos parkinsonianos é predominantemente flexor. A presença de hiperlordose cervical e protusão de cabeça faz com que esta se mantenha fletida sobre o tronco e abdome, intensificada por hipercifose torácica e protusão de ombros, o que mantém os membros superiores ligeiramente à frente do centro de massa e os cotovelos semifletidos. Além disso, percebe-se nestes indivíduos padrão de semi-flexão de joelhos e a chamada camptocormia, a flexão anterior de tronco acentuada e que é amenizada em postural sentada ou deitada [6,7]. A perda do controle postural na DP está relacionada com as respostas posturais anormais, podendo ser influenciadas por um processo de organização sensorial anormal, e esta instabilidade postural é uma preocupação especialmente no que diz respeito ao aumento do risco de quedas nesta população [4,6,8].

O controle do equilíbrio requer a manutenção do centro de gravidade (CG) sobre a base de sustentação durante situações estáticas e dinâmicas. As alterações posturais levam à alteração do CG, passando este a se localizar sobre o antepé, favorecendo uma readaptação na base de suporte [4,9,10].

Dentre as diversas formas de avaliação neuromuscular está a eletromiografia de superfície (EMG), que é um método não invasivo e pode ser uma importante ferramenta de análise de padrões de recrutamento da musculatura postural. O padrão eletromiográfico é embasado na captação dos sinais de despolarização e hiperpolarização das membranas das células musculares, dados por aumento e diminuição de voltagem, respectivamente, sendo a despolarização precedente da contração muscular [11].

Existem diversas opções de tratamentos fisioterapêuticos que visam à manutenção e aumento do controle postural. Uma das técnicas utilizadas para este fim são os exercícios para estabilidade de tronco, importantes para manter o controle e equilíbrio da postura [12,13]. Os exercícios fisioterapêuticos são auxiliares no tratamento medicamentoso ou cirúrgico da DP, sendo focados nos sintomas principais da doença como marcha, equilíbrio e atividades de vida diárias (AVD) [14]. Uma nova forma, considerada promissora, de estimulação somatossensorial é a terapia vibratória. A vibração é definida como um movimento oscilatório dependente da frequência, da amplitude, duração e do tipo de vibração, podendo ser potente estímulo para respostas neuromusculares [4,15].

A vibração do corpo inteiro é um método alternativo de treinamento de resistência aplicado em populações idosas, porém pouco estudada em condições de saúde específicas, particularmente a DP. A plataforma vibratória estimula as fibras de ação rápida e atua transmitindo microvibrações ao corpo, o que desequilibra o eixo corporal. Após receber e processar esta informação, o cérebro envia o estímulo necessário para a musculatura retomar o equilíbrio reflexo sensorio-motor [3,4]. Alguns estudos relatam efeitos positivos da terapia vibratória no controle postural, equilíbrio, força muscular e marcha, sendo um tipo de exercício seguro e tolerável em idosos [16,17].

Os estímulos sensoriais, proporcionados por este recurso, têm sido relacionados à melhora da propriocepção e do controle motor [4,18], bem como da performance neuromuscular [12]. Em teoria, o movimento oscilatório da plataforma vibratória nos eixos horizontal e vertical é transmitido para todo o corpo, e enquanto a vibração horizontal mantém o equilíbrio na plataforma, a vibração vertical fornece sensações táteis e proprioceptivas [17]. Estes estímulos recebidos pela vibração superam os circuitos de gânglios basais que são afetados em pessoas com DP e, conseqüentemente, esses mecanismos poderiam resultar em força e resistência aprimoradas que são necessárias para a estabilidade postural e a marcha [17]. Embora tenha sido observada melhora em alguns aspectos clínicos da DP com o uso da plataforma vibratória [4], alguns fatores como adequação dos parâmetros utilizados em diferentes fases da doença e consideração sobre períodos de tempo de reação, decorrentes da bradicinesia, permanecem pouco elucidados na literatura.

O objetivo do presente estudo foi avaliar por meio de sinal eletromiográfico o efeito da terapia vibratória no recrutamento da musculatura postural em indivíduos com doença de Parkinson.

Material e métodos

Sujeitos e local do estudo

Trata-se de um estudo clínico, prospectivo e longitudinal. Participaram do estudo dez indivíduos com DP, ambos os sexos, idade entre 40 e 70 anos e encaminhados à clínica de Fisioterapia da Universidade Federal de Alfenas (Unifal/MG).

Como critérios de inclusão foram usados o diagnóstico clínico da DP, estadiados no nível II e III pela escala de Hoehn e Yahr, caracterizados em sinais e sintomas da patologia pela Escala unificada de Avaliação de Parkinson (UPDRS), que não haviam realizado tratamento convencional nos últimos meses. Os critérios de exclusão foram determinados pela presença de outras condições neurológicas e o não uso de medicação específica para a DP.

Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e o estudo foi aprovado pelo comitê de ética da Unifal (Protocolo número 270.870)

Para avaliação e reavaliação dos indivíduos do estudo foi utilizado o eletromiógrafo da marca EMG System do Brasil, Modelo EMG-800C. Antes da colocação dos eletrodos foi realizada a tricotomia da pele e limpeza pela fricção com álcool 70% a fim de diminuir a impedância da pele evitando interferência e proporcionando melhor aquisição do sinal [19].

Para o registro da atividade eletromiográfica do músculo eretor da espinha (longuíssimo lombar), o eletrodo ativo foi colocado 2 cm lateral ao processo espinhoso da primeira vértebra lombar bilateralmente. Para o músculo trapézio ascendente, o eletrodo foi posicionado 2 cm lateral ao processo espinhoso da oitava vértebra torácica bilateralmente. O eletrodo de referência foi posicionado no maléolo lateral direito.

O sinal eletromiográfico foi coletado na posição de repouso – para servir como referencial – e em contração isométrica voluntária (CIV), durante cinco segundos com o paciente posicionado em decúbito ventral e membros superiores ao longo do corpo, sendo orientado a realizar movimento de extensão de tronco e quadril (“elevar da maca apenas os ombros e as coxas”).

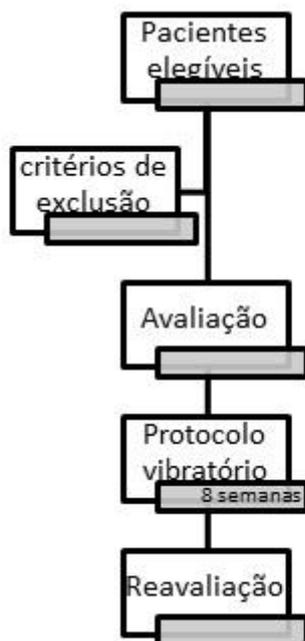


Figura 1 - Desenho do estudo.

Terapia vibratória

Para realização do protocolo de intervenção, os indivíduos foram posicionados na plataforma vibratória (Lion® – triplanar) descalços, como os pés afastados, na postura ortostática, com joelhos semifletidos a 30 graus - para evitar a frequência de ressonância [20]. A postura estática refere-se à manutenção deste posicionamento durante todo o tempo de vibração, enquanto a postura dinâmica refere-se ao exercício de agachamento de 30° a 45° de flexão de joelho durante o período.

A terapia foi realizada em 8 semanas, com três intervenções semanais, totalizando 24 sessões. As sessões duraram em média 28 minutos e 18 segundos, sendo a inicial (mais rápida) com duração de 7,5 minutos e a última (mais demorada) realizada com cerca de 60 minutos. A diferença no tempo foi devido ao aumento do número de repetições das posições com o decorrer do tratamento. Os indivíduos receberam o treino de vibração de acordo com a tabela I.

Tabela I - Treino vibratório.

	Frequência/ amplitude	Tempo de execução (s)	Repouso (s)	Séries	Estímulo visual
Primeira Semana	30 Hz/ 2 mm	30	60	2 estática 3 dinâmica	Sim
Segunda Semana	30 Hz/ 2 mm	30	60	3 estática 5 dinâmica	Sim
Terceira Semana	45 Hz/ 2 mm	45	60	3 estática 5 dinâmica	Sim
Quarta Semana	45 Hz/ 2 mm	45	60	4 estática 6 dinâmica	Sim
Quinta Semana	45 Hz/ 2 mm	45	60	6 estática 9 dinâmica	Não
Sexta Semana	45 Hz/ 2 mm	45	60	8 estática 12 dinâmica	Não
Sétima Semana	60 Hz/ 2 mm	60	60	10 estática 15 dinâmica	Não
Oitava Semana	60 Hz/ 2 mm	60	60	12 estática 18 dinâmica	Não

Análise estatística

Foram considerados para a análise eletromiográfica das avaliações pré e pós-intervenção por plataforma vibratória os dados de *Root Mean Square* (RMS) das coletas de CIV, que leva em consideração o valor médio de unidades motoras ativadas durante a contração.

A normalidade dos dados foi testada pelo teste de Shapiro-Wilk e para fazer a comparação entre os momentos pré e pós intervenção com plataforma vibratória foram aplicados os testes t pareado para os dados normais e o teste não-paramétrico de Wilcoxon para os não normais. Foi usado o programa SPSS 21 e em todos os casos, os valores de $P \leq 0,05$ foram considerados significativos. O tamanho do efeito foi calculado e classificado como pequeno (0-0,39), (médio= 0,4-0,79) ou grande (> 0,8) e *Power* maior que 80%.

Resultados

Seguindo os critérios de inclusão e exclusão, foram selecionados para participação no estudo 10 indivíduos com DP com idade média de aproximadamente 66 anos e estadiamento da patologia de leve a moderado de acordo com a escala de Hoehn & Yahr, para comparação entre pré e pós-intervenção com plataforma vibratória. Seus dados são mais bem apresentados na Tabela II.

Nas avaliações pré e pós-intervenção com terapia vibratória houve diminuição nos valores de RMS nos músculos TAD e TAE e aumento nos músculos LLD e LLE, entretanto estes valores não foram estatisticamente significativos, sendo TAD ($p=0,655$), TAE ($p=0,655$), LLD ($p=0,848$) e LLE ($p=0,565$), como pode ser visto na Tabela III.

Tabela II - Dados demográficos relativos à amostra de indivíduos com doença de Parkinson selecionada para a realização de treinamento com terapia vibratória.

Número de indivíduos	10 (6 homens e 4 mulheres)
Idade	66,9 ± 8,8 anos
Hoehn e Yahr	II a III
Uso de medicação específica para DP	Sim
Outras condições de saúde neurológicas associadas	Não

Tabela III - Avaliação da atividade eletromiográfica de TA e LL em indivíduos com DP, dados em RMS. Comparação entre pré e pós-intervenção com plataforma vibratória.

EMG (N=10)	Pré intervenção	Pós intervenção	P	d	Power
	$\bar{X} \pm \sigma$	$\bar{X} \pm \sigma$			
	IC (95%)	IC (95%)			
TAD	138,25±92,45 (52,75-223,75)	104,80±51,22 (57,43-152,17)	0,655 ^a	0,15	0,07
TAE	96,01±82,57 (19,65-172,37)	83,36±31,81 (53,94-112,78)	0,655 ^a	0,35	0,15
LLD	90,53±45,23 (48,70-132,36)	92,56±43,38 (52,43-132,68)	0,848 ^a	0,13	0,06
LLE	86,06±37,67 (51,22-120,90)	86,05±47,23 (42,37-129,73)	0,565 ^a	0,11	0,06

TA = Trapézio Ascendente; LL = Longuíssimo Lombar; DP = Doença de Parkinson; RMS = Root Mean Square; EMG = eletromiografia de superfície; N = tamanho amostral; \bar{X} = média aritmética; σ = desvio padrão; IC = intervalo de confiança; p = significância; d = tamanho do efeito; TAD = trapézio ascendente direito; TAE = trapézio ascendente esquerdo; LLD = longuíssimo lombar direito; LLE = longuíssimo lombar esquerdo; a = teste de Wilcoxon.

Discussão

Na DP, a propriocepção periférica pode ser prejudicada em diferentes níveis. O padrão postural predominantemente flexor e a marcha típica parkinsoniana, caracterizada pela diminuição da altura e comprimento dos passos e irregularidade destes, e o movimento de membro superior reduzido trazem prejuízos funcionais para esta população e aumentam risco de queda, já considerado problema de saúde pública [7]. A plataforma vibratória atua nos receptores proprioceptivos periféricos, exigindo uma readequação postural do indivíduo para manutenção do equilíbrio e realização da tarefa [21].

No presente estudo, as análises dos dados eletromiográficos não demonstraram diferença estatística no recrutamento de fibras musculares nos pacientes com DP em condições de pré e pós-intervenção com a plataforma vibratória. Os resultados observados corroboram um estudo em que foram selecionados 17 indivíduos com DP, randomizados em grupo experimental e controle, ambos submetidos a um protocolo de tratamento de 12 sessões com a plataforma vibratória, sendo o primeiro submetido à vibração de fato e o segundo apenas aos estímulos visual e auditivo similares aos da plataforma vibratória, com os indivíduos posicionados sobre a mesma. Não foram observadas diferenças estatísticas entre os grupos nas avaliações funcionais propostas [22]. Outro estudo comparou o treinamento em plataforma vibratória e fisioterapia convencional com objetivo de melhora do equilíbrio com 27 indivíduos com DP, tendo encontrado melhora tanto na terapia convencional quanto na vibratória, entretanto sem diferença estatística intra ou intergrupos [23].

Os resultados encontrados no presente estudo corroboram outros estudos voltados para a análise do efeito da terapia vibratória em outras condições neurológicas. Silva *et al.* [24] seguiram um protocolo de aplicação única de terapia vibratória em 28 indivíduos com histórico de acidente vascular cerebral (AVC) e não observaram diferença significativa nas atividades funcionais e padrão de recrutamento muscular entre avaliação e reavaliação eletromiográfica [24]. Resultados semelhantes também foram encontrados na análise da vibração segmentar em indivíduos com Esclerose Lateral Primária (ELP) e não observaram alterações significativas na atividade eletromiográfica após intervenção [25].

Características clínicas específicas da DP podem estar relacionadas ao resultado encontrado neste estudo. Indivíduos com esta condição de saúde têm maior dificuldade no ajuste postural diante de uma instabilidade forçada, uma vez que já apresentam instabilidade no seu padrão contrátil [21]. Outro fator é o caráter degenerativo e progressivo da doença. Estudos mostram que a instabilidade postural na DP demonstra progressão independentemente da implementação de terapias medicamentosas ou físicas [6].

Características específicas do modelo de aplicação da vibração também podem ter interferido no resultado deste estudo. Suspeita-se que outras características da vibração de corpo inteiro possam impor efeitos diferentes sobre a resposta de um indivíduo à intervenção [17]. Um estímulo não previsível ativa mais áreas pré-frontais envolvidas na tomada de decisões não-rotineiras e no aprendizado inovador que são menos ativos em pacientes com DP [17]. Os protocolos em que o padrão da vibração utilizado era variável estariam mais relacionados a melhorias nos aspectos motores dos pacientes analisados. Um estudo realizado por protocolo aleatório de terapia vibratória mostrou efetividade na melhora da marcha e redução da rigidez em indivíduos com DP [26]. É possível que a modificação na ativação do cérebro possa resultar da vibração aleatória do corpo inteiro aplicada nestes estudos e consequentemente melhorar o controle postural do indivíduo [17]. Assim, um sistema de vibração aleatória pode ser mais adequado para pessoas que sofrem de bradicinesia e problemas de congelamento, enquanto o presente estudo usou de um protocolo de treinamento, que apesar de progressivo, apresentou pouca diversificação.

Além disso, a literatura aponta a transitoriedade no efeito da terapia vibratória inclusive em indivíduos sem condições de saúde instaladas. Em um estudo, um grupo de indivíduos saudáveis foi submetido a uma sessão de terapia vibratória de corpo inteiro para averiguar possíveis lesões musculares em decorrência do impacto causado pelo recurso, tendo como resultado aumento do recrutamento muscular em avaliação realizada uma hora após a intervenção, porém retorno ao estado basal em 48 horas após o procedimento [27].

Uma das explicações para o padrão encontrado na EMG pode estar nas adaptações do sistema nervoso do indivíduo com DP para a realização de movimentos voluntários. As interrupções de atividade neuronal em gânglios de base e a depleção de dopamina no córtex e medula espinhal alteram a organização recíproca dos neurônios motores primários, reduzindo suas atividades, o que exige o recrutamento de fibras musculares adicionais para a realização do movimento [27]. Além disso, a literatura sugere alterações nas sinergias posturais e aumento da rigidez de tronco devido aos altos níveis de co-ativação o que pode interferir nos padrões de recrutamento muscular na DP.

A literatura ainda não apresenta um consenso em relação ao padrão de recrutamento muscular na DP [28]. Embora seja descrita alteração no padrão de movimento, desencadeada por início e reinício de várias contrações musculares para que o movimento seja realizado, há indícios de que a duração e amplitude do movimento são fatores relevantes a serem considerados no padrão de recrutamento muscular, bem como em análises eletromiográficas em indivíduos com DP.

Em todos os músculos analisados o tamanho amostral se mostrou pequeno ($Power < 0,80$) e o tamanho do efeito foi considerado baixo ($d < 0,4$). Uma amostra reduzida pode ser um obstáculo para o alcance de resultados mais consistentes, e foi uma limitação importante para este trabalho, por isso sugere-se em estudos futuros com aumento do tamanho da amostra. Outro fator limitante para o alcance de resultados mais significativos pode ter sido o tempo decorrido entre o fim da última intervenção e a reavaliação dos pacientes, cerca de 48 horas, e que, devido à transitoriedade do efeito da vibração, se reduzido poderia ter demonstrado resultados diferentes.

Ressalta-se a relevância de novos estudos com maior tamanho amostral, com intuito de esclarecer melhor os efeitos do treino vibratório na DP, bem como os fatores que possam estar relacionados ao tempo de reação e aos padrões de recrutamento muscular nesta condição de saúde, especialmente no que se refere à coleta de sinais eletromiográficos como instrumento de avaliação.

Conclusão

Diante do exposto conclui-se que a terapia vibratória não demonstrou resultados estatisticamente significativos sobre o recrutamento de fibras da musculatura postural em indivíduos com DP na análise por EMG. Os resultados encontrados podem ser devidos especialmente ao reduzido tamanho amostral e ao caráter progressivo da DP. Assim sugere-se

a realização de novos estudos com maior amostra que possa comprovar a eficiência do treinamento com terapia vibratória para indivíduos com DP.

Referências

1. King LA, Peterson DS, Mancini M, Carlson-Kuhta P, Fling BW, Smulders K, et al. Do cognitive measures and brain circuitry predict outcomes of exercise in Parkinson Disease: a randomized clinical trial. *BMC Neurol* 2015;15:218-23. <https://doi.org/10.1186/s12883-015-0474-2>
2. Southard V, Di Francisco-Donoghue J, Mackay J, Idjadi S, Wright N. The effects of below knee compression garments on functional performance in individuals with Parkinson disease. *I J Health Sci* 2016;10(3):355-62. <https://doi.org/10.12816/0048731>
3. Rogan S, de Bruin ED, Radlinger L, Joehr C, Wyss C, Stuck NJ, et al. Effects of whole-body vibration on proxies of muscle strength in old adults: a systematic review and meta-analysis on the role of physical capacity level. *Eur Rev Aging Phys Act* 2015;8:12-7. <https://doi.org/10.1186/s11556-015-0158-3>
4. Oliveira JC, Delfino MM, Silva DD. Análise do equilíbrio na Doença de Parkinson após utilização de plataforma vibratória. *Revista Eletrônica Acervo Saúde* 2014;1:70-6.
5. Pau M, Corona F, Pili R, Casula C, Sors F, Agostini T, et al. Effects of physical rehabilitation integrated with rhythmic auditory stimulation on spatio-temporal and kinematic parameters of gait in Parkinson's disease. *Front Neurol* 2016;7:126-32. <https://doi.org/10.3389/fneur.2016.00126>.
6. Bronte-Stewart HM, Minn AY, Rodrigues K, Buckley EL, Nashner LM. Postural instability in idiopathic Parkinson's disease: the role of medication and unilateral pallidotomy. *Brain Res* 2002;125:2100-14. <https://doi.org/10.1093/brain/awf207>
7. Nascimento ICB, Santos RCO, Guerreiro CF, Costa ACN, Camelier FWR. Avaliação postural na doença de Parkinson: estado da arte. *Rev Pesq Fisio* 2016;6:56-64. <https://doi.org/10.17267/2238-2704rpf.v6i1.750>
8. King GW, Abreu EL, Cheng AL, Chertoff KK, Brotto L, Kelly PJ, Brotto M. A multimodal assessment of balance in elderly and young adults. *Oncotarget* 2016;7:297-306. <https://doi.org/10.18632/oncotarget.7758>
9. He X, Hao MZ, Wei M, Xiao Q, Lan N. Contribution of inter-muscular synchronization in the modulation of tremor intensity in Parkinson's disease. *J Neuroeng Rehabil* 2015;12:108-22. <https://doi.org/10.1186/s12984-015-0101-x>
10. Gallagher R, Damodaran H, Werner WG, Powell W, Deutsch JE. Auditory and visual cueing modulate cycling speed of older adults and persons with Parkinson's disease in a Virtual Cycling (V-Cycle) system. *J NeuroEng Rehabil* 2016;13:77-88. <https://doi.org/10.1186/s12984-016-0184-z>
11. Vigotsky AD, Halperin I, Lehman GJ, Trajano GS and Vieira TM. Interpreting signal amplitudes in surface electromyography studies in sport and rehabilitation sciences. *Front Physiol* 2017;8:985. <https://doi.org/10.31236/osf.io/fkx8>
12. Knaut S, Knaut L, Carneiro LJ. Estudo da arte da estimulação vibratória na fisioterapia neurofuncional. In: Associação Brasileira de Fisioterapia Neurofuncional; Garcia C; Facchinetti, LD, organizadores. PROFISIO Programa de Atualização em Fisioterapia Neurofuncional: Ciclo 2. Porto Alegre: Artmed Panamericana, 2014. p. 9-53.
13. Santos VV, Leite MAA, Silveira R, Antonioli R, Nascimento OJM, Freitas MRG. Fisioterapia na doença de Parkinson: uma breve revisão. *Rev Bras Neurol* 2010;46:17-25.
14. Castillo-Bueno I, Ramos-Campo DJ, Rubio-Arias JA. Effects of whole-body vibration training in patients with multiple sclerosis: A systematic review. *Neurología* 2016:1-15. <https://doi.org/10.1016/j.nrleng.2018.05.002>
15. Tseng SY, Lai CL, Chang KL, Hsu PS, Lee MC, Wang CH. Influence of whole-body vibration training without visual feedback on balance and lower-extremity muscle strength of the elderly: a randomized controlled trial. *Medicine (Baltimore)* 2016;95:1-6. <https://doi.org/10.1097/md.0000000000002709>
16. Lee G. Does whole-body vibration training in the horizontal direction have effects on motor function and balance of chronic stroke survivors? A preliminary study. *J Phys Ther Sci* 2015; 27. <https://doi.org/10.1589/jpts.27.1133>

17. Sharififar S, Coronado RA, Romero S, Azari H, Thigpen M. The effects of whole body vibration on mobility and balance in Parkinson disease: a systematic review. *Iran J Med Sci* 2014;39:318-26.
18. Choin SJ, Shin WS, Oh BK, Bang DH. Effect of training with whole body vibration on the sitting balance of stroke patients. *J. Phys Ther Sci* 2014;26:1411-4. <https://doi.org/10.1589/jpts.26.1411>
19. Seniam Project. Surface electromyography for the non-invasive assessment of muscles. [citado 2016 Oct 10]. Disponível em: <http://www.seniam.org>.
20. Mester J, Kleinoder H, Yue Z. Vibration training: benefits and risks. *J Biomech* 2006;39:1056-65. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2005.02.015>
21. De Nunzio AM, Nardone A, Schieppati M. The control of equilibrium in Parkinson's disease patients: Delayed adaptation of balancing strategy to shifts in sensory set during a dynamic task. *Brain Res* 2007;74:258-70. <https://doi.org/10.1016/j.brainresbull.2007.06.020>
22. Gabner H, Janzen A, Schwirtz A, Jansen P. Random Whole body vibration over 5 weeks leads to effects similar to placebo: a controlled study in Parkinson's disease. Hindawi Publishing Corporation. *Parkinson's Disease* 2014:1-9.
23. Ebersbach G, Edler D, Kaufhold O, Wissel J. Whole body vibration versus conventional physiotherapy to improve balance and gait in Parkinson's disease. *Arch Phys Med Rehabil* 2008;3:399-403. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2007.09.031>
24. Silva AT, Dias MPF, Calixto R, Jr, Carone AL, Martinez BB, Silva AM, Honorato DC. Acute effects of whole-body vibration on the motor function of patients with stroke: a randomized clinical trial. *Am J Phys Med Rehab* 2014;93:310-19. <https://doi.org/10.1097/phm.0000000000000042>
25. Floeter MK, Zhai P, Saigal R, Kim Y, Statland J. Motor neuron firing dysfunction in spastic patients with primary lateral sclerosis. *J Neurophysiol* 2005;2:919-27. <https://doi.org/10.1016/j.ncl.2015.07.007>
26. Kaut O, Allert N, Coch C, Paus S, Grzeska A, Minnerop M, et al. Stochastic resonance therapy in Parkinson's disease. *Neuro Rehabilitation* 2011;28:353-8. <https://doi.org/10.3233/NRE-2011-0663>.
27. Hoyo M, Carrasco L, Grigoletto MES, Sañudo B, Villarraso JC, Arriaza E, Escobar MC. Impact of an acute bout of vibration on muscle contractile properties, creatine kinase and lactate dehydrogenase response. *Eur J Sport Sci* 2013;13:666-73. <https://doi.org/10.1080/17461391.2013.774052>
28. Cutsuridis V. Origins of a repetitive and co-contracting biphasic pattern of muscle activation in Parkinson's disease. *Neural Networks* 2011;24:592-601. <https://doi.org/10.1016/j.neunet.2011.03.008>