

Treino muscular respiratório e terapia vibratória em pacientes com doença de Parkinson

Respiratory muscle training and vibrational therapy in patients with Parkinson's disease

Andreia Mara Moreira¹, Maria Luiza Cincoetti Galvão¹, Hayslenne Andressa Gonçalves de Araújo¹, Adriana Teresa Silva², Luciana Maria dos Reis³, Andréia Maria Silva⁴, Carolina Kosour⁵

RESUMO

Objetivo. Avaliar o efeito do treinamento muscular respiratório com *threshold*® associado à terapia vibratória do corpo inteiro nos músculos respiratórios em pacientes com Doença de Parkinson (DP). **Método.** Trata-se de estudo clínico, prospectivo, quase experimental, com amostra de sete pacientes com diagnóstico clínico de DP, ambos os sexos e sem outra doença neurológica associada. A avaliação da força muscular respiratória foi realizada pelo manovacúmetro e o recrutamento dos músculos respiratórios por eletromiografia. Para o treino de resistência muscular respiratória (*endurance*) foi utilizada carga de 40% da maior medida de PImáx e da PEmáx no *threshold*®, três vezes na semana. Na plataforma vibratória foi executado protocolo de progressão semanal de frequência, séries, tempo de atividade e estímulo visual. **Resultados.** A média das idades dos participantes foi de 63,28±10,8 anos. Quando comparados pré e pós-intervenção foi observada diferença da PImáx (-50,5±16,2 cmH₂O para -70,8±28,5 cmH₂O; p=0,05) e da PEmáx (74,2±13,7 cmH₂O para 103,4±20,0 cmH₂O; p=0,01) nos pacientes avaliados, não sendo observadas alterações eletromiográficas. **Conclusões.** Foi observada melhora da *performance* respiratória após o treino muscular respiratório associado a plataforma vibratória nos indivíduos avaliados com diagnóstico clínico de DP.

Unitermos. Doença de Parkinson, Músculos Respiratórios, Força Muscular, Vibração

Citação. Moreira AM, Galvão MLC, Araújo HAG, Silva AT, Reis LM, Silva AM, Kosour C. Treino muscular respiratório e terapia vibratória em pacientes com doença de Parkinson.

Trabalho realizado na Universidade Federal de Alfenas, Alfenas-MG, Brasil.

1. Graduanda em Fisioterapia pela UNIFAL, Alfenas-MG, Brasil.
2. Fisioterapeuta, Doutora, Docente do curso de Fisioterapia da Universidade do Vale do Sapucaí – UNIVÁS, Pouso Alegre-MG, Brasil.
3. Fisioterapeuta, Doutora, Docente do curso de Fisioterapia da UNIFAL, Alfenas-MG, Brasil.
4. Fisioterapeuta, Doutora, Docente do curso de Fisioterapia da UNIFAL, Alfenas-MG, Brasil.
5. Fisioterapeuta, Doutora, Docente do curso de Fisioterapia da UNIFAL, Alfenas-MG e Professora colaboradora na Disciplina de Fisiologia e Metabolismo Cirúrgica, Departamento de Cirurgia da Faculdade de Ciências Médicas - UNICAMP, Campinas-SP, Brasil.

ABSTRACT

Objective. To evaluate the effect of respiratory muscle training with *threshold*® associated with the vibrational therapy of the whole body of the respiratory muscles in patients with Parkinson's disease (PD). **Method.** It is clinical, prospective, quasi-experimental, with sample of seven patients with clinical diagnosis of PD, both sexes and without other associated neurological disease. The evaluation of respiratory muscle strength was performed by manometer before and after the intervention in 24 sessions, recruitment of respiratory muscles was assessed by electromyography. For the respiratory muscle endurance training a 40% load greater measure of MIP and MEP in *threshold*®, three times a week was used. The vibrating platform was implemented a protocol weekly progression frequency, series, uptime and visual stimulation. **Results.** The mean age of participants was 63.28±10.8 years. Compared before and after the intervention was observed difference in the MIP (-50.5±16.2 to -70.8±28.5; p=0.05) and MEP (74.2±13.7 to 103.4±20.0; p=0.01) in patients evaluated, electromyographic changes were observed. **Conclusions.** We observed improved respiratory performance after respiratory muscle training add vibration platform in individuals assessed with a clinical diagnosis of PD.

Keywords. Parkinson Disease, Respiratory Muscles, Muscle Strength, Vibration

Citation. Moreira AM, Galvão MLC, Araújo HAG, Silva AT, Reis LM, Silva AM, Kosour C. Respiratory muscle training and vibrational therapy in patients with Parkinson's disease.

Endereço para correspondência:

Carolina Kosour
Av. Jovino Fernandes Sales, 2600 - Prédio A
CEP 37130-000, Alfenas-MG, Brasil
E-mail: carolina.kosour@unifal-mg.edu.br

Original
Recebido em: 15/07/15
Aceito em: 30/09/15

Conflito de interesses: não

INTRODUÇÃO

A Doença de Parkinson (DP) é definida como doença neurodegenerativa, caracterizada por tremor de repouso, rigidez, bradicinesia, instabilidade postural, dificuldade de iniciar o movimento voluntário e distúrbios da marcha, causada pela morte progressiva das células do sistema nervoso central (SNC)¹. Predominantemente ocorre perda de neurônios dopaminérgicos localizados na substância negra, mas também degeneração de outros neurônios do tronco cerebral, contribuindo não apenas para o quadro motor na DP, mas pelas alterações não-motoras, incluindo o comprometimento respiratório².

Na DP, a presença de rigidez e posição de flexão do tronco e membros superiores torna o tórax resistente aos movimentos rápidos, o que acarreta a limitação progressiva da ventilação e redução da função muscular respiratória³⁻⁵.

Neste contexto, o treinamento muscular respiratório visando *endurance* e fortalecimento dos músculos torácicos e abdominais, responsáveis pela respiração, é de grande relevância na prática clínica. Há na literatura diversos equipamentos utilizados para realização do treinamento muscular, dentre estes: o Pflex (carga alinear pressórica), EDET (eletroestimulação diafragmática transcutânea) e o *threshold*[®] (carga linear pressórica)⁶.

O *threshold*[®] IMT (treino muscular inspiratório) e PEP (pressão positiva na expiração) são dispositivos que permitem pressões específicas e consistentes para melhorar a força da musculatura respiratória, independente do fluxo que o paciente realiza durante a respiração. É indicado em situações de doença pulmonar obstrutiva crônica, insuficiência cardíaca, doenças neuromusculares ou qualquer situação que apresente perda de força muscular respiratória⁷.

Pesquisas relacionadas à associação de terapias que favorecem o treinamento muscular respiratório, especialmente direcionado à melhora da condição respiratória em pacientes com DP, são escassas na literatura, ressaltando a importância de novos estudos com técnicas que possam complementar a terapia respiratória convencional.

Uma nova técnica, considerada promissora de estimulação somatossensorial é a terapia vibratória. A vibração é definida como um movimento oscilatório dependente da frequência, amplitude, duração e do tipo de

vibração, podendo ser um potente estímulo para respostas neuromusculares⁸.

A vibração do corpo inteiro é um método de treinamento de resistência aplicado em população idosa⁹, porém existem poucos estudos em pacientes com doenças neurológicas especialmente com DP.

Alguns estudos relatam efeitos positivos da terapia vibratória na força muscular, no controle postural, no equilíbrio e na marcha, sendo um tipo de exercício seguro e tolerável em idosos^{10,11}. Em pacientes com DP, os estímulos sensoriais, proporcionados pela terapia vibratória têm sido relacionados à estimulação do fuso neuromuscular com melhora da propriocepção e do controle motor¹², bem como da *performance* neuromuscular¹³.

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito do treinamento muscular respiratório com *threshold*[®] associado a terapia vibratória do corpo inteiro nos músculos respiratórios em pacientes com DP.

MÉTODO

Amostra

Trata-se de um estudo clínico, prospectivo, quase experimental, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Alfenas sob o parecer nº 270.870. Foi desenvolvido com sete pacientes diagnosticados com DP provenientes da Clínica de Fisioterapia da Universidade Federal de Alfenas e Unidades Básicas de Saúde de Alfenas, Alfenas-MG. Os indivíduos envolvidos neste estudo concordaram e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para participar da pesquisa.

Foram incluídos os indivíduos com diagnóstico clínico de DP, classificados no estágio III da Escala de Estadiamento de Hoehn e Yahr e avaliados com pontuação abaixo de três nos itens avaliados na sessão III (exame motor) da Escala Unificada de Avaliação de Parkinson (*Unified Parkinson's Disease Rating Scale* - UPDRS)¹⁴, ambos os sexos, com idade variando de 45 a 80 anos, em uso de medicação específica para a doença.

Foram excluídos do estudo portadores de outras doenças neurológicas, ou que possuísem alguma contraindicação para os procedimentos propostos no estudo.

Procedimento

Foram coletadas as variáveis idade, sexo, pressões inspiratória e expiratória máximas (PI_{máx} e PE_{máx}), frequência respiratória (FR), frequência cardíaca (FC), pressão arterial (PA) e eletromiografia.

Avaliação da força muscular respiratória

O parâmetro força muscular respiratória foi mensurado na avaliação inicial, em todas as sessões no início e no final, e no período de reavaliação. As medidas das pressões inspiratória e expiratória máximas foram realizadas com o manovacuômetro analógico (GlobalMed Porto Alegre, Brasil). Para realizar as medidas o indivíduo foi orientado a permanecer sentado em uma cadeira com os pés apoiados no chão, um clipe nasal foi posicionado e foram realizadas três medidas, sendo utilizado o maior valor para a análise.

Para obter o valor da PI_{máx} foi solicitado que o paciente esvaziasse os pulmões, assoprando o máximo possível, em nível de volume residual (VR), e realizasse então uma inspiração máxima até o nível da capacidade pulmonar total (CPT), mantendo-a por um segundo. E para o valor da PE_{máx}, foi solicitado que fizesse uma inspiração máxima, até o nível de CPT, e depois, a expiração máxima até o nível de VR, mantida por um segundo.

Avaliação de Eletromiografia de superfície

A avaliação da EMG foi realizada com o aparelho EMG System do Brasil: Modelo EMG-800C, Placa de conversão Analógico/Digital de 16 bits de resolução; amplificador de EMG com ganho de amplificação total de 2000 vezes, filtro passa-banda de 20 a 1000 Hz, 4 eletrodos de bipolar ativos de superfície, com pré-amplificação de ganho 20 vezes, cabo blindado e clipe de pressão na extremidade, rejeição de modo Comum >100dB, Software de coleta e análise de sinais com frequência de amostragem de 2000 Hz por canal. Plataforma Windows, módulo de rejeição comum ≥100dB, ganhos dos pré-amplificadores (cabos) = ganho 20 (com amplificador diferencial), ganho de cada canal = ganho 100 vezes (configuráveis), impedância do sistema = impedância 109 Ohms. Com noise ratio = taxa de ruído do sinal <3μV RMS, filtros de hardware no equipamento = FPA (passa alta) com frequência de corte de 20 Hz e FPB (passa bai-

xa) com frequência de corte de 500 Hz, realizada por um filtro analógico do tipo Butterworth de dois polos.

Para colocação dos eletrodos de superfície primeiramente realizou-se a tricotomia dos pelos locais e limpeza por fricção com álcool 70% a fim de diminuir a impedância, evitando interferência e auxiliando na melhor aquisição do sinal¹⁵.

A EMG foi realizada na posição sentada durante o ciclo respiratório profundo, captado por dez segundos e “janelado” para análise em dois segundos a inspiração e dois, a expiração.

O eletrodo de referência foi posicionado no maléolo lateral direito unilateral. Foram realizadas três coletas e a média das três foi usada para análise.

As atividades elétricas do músculo diafragma foram mensuradas com eletrodos posicionados na região abaixo da margem costal direita, no sétimo espaço intercostal e na linha mamilar. Na avaliação do músculo reto abdominal, os eletrodos foram posicionados sete centímetros acima da cicatriz umbilical e quatro centímetros à direita da linha média e para a atividade do músculo intercostal externo o eletrodo foi posicionado no terceiro espaço intercostal e três centímetros paraesternal à direita. Foram realizadas três coletas de cada indivíduo e posterior análise. As análises das três coletas foram processadas através do domínio da frequência. Ao término do processamento da frequência mediana realizou-se a média e análise estatística.

Protocolo de intervenção

Treinamento muscular respiratório

O treino de endurance da musculatura respiratória foi realizado com o equipamento *threshold*[®] IMT e PEP, com carga de 40% do maior valor obtido pelas PI_{máx} e PE_{máx} com manovacuômetro, no dia de cada intervenção. Foi realizado o treino inspiratório e expiratório durante dez minutos cada, com pausa de cinco minutos entre eles. O treino foi realizado por um período de oito semanas.

Em todas as sessões foram mensurados as PI_{máx}, PE_{máx}, FC, FR, PA antes e após a intervenção. Foram realizadas 24 sessões, com frequência de três vezes na semana durante oito semanas.

Treinamento vibratório

Na sequência, os indivíduos foram posicionados na plataforma vibratória (Lion® triplanar), descalço como os pés afastados, na postura ortostática, com joelhos fletidos a 30 graus - para evitar a frequência de ressonância¹⁶. O treino de vibração seguiu o protocolo de progressão semanal com evolução a cada três intervenções (Tabela 1).

Análise Estatística

Os dados descritivos foram apresentados em média, desvio padrão e intervalo de confiança. Foi utilizado o teste Shapiro-Wilk para analisar a homogeneidade dos dados. Para comparação intra-grupos foram utilizados os testes t em pares (paramétrico) e Wilcoxon (não paramétrico). O Effect Size foi calculado e valores entre 0-0,39 foram considerados small effect size¹⁷.

RESULTADOS

A Tabela 2 demonstra os resultados dos dados demográficos (frequência respiratória, frequência cardíaca e pressão arterial média) antes e após a intervenção. Não houve diferença nos dados analisados.

Tabela 1. Protocolo de intervenção da terapia vibratória.

Sem	Frequência/ Amplitude	Séries*		Tempo de Atividade (seg)	Est Vis
		Estáticas	Dinâmicas		
1a.	30	2	3	30	sim
2a.	30	3	5	30	sim
3a.	40	3	5	45	sim
4a.	40	4	6	45	sim
5a.	50	6	9	45	não
6a.	50	8	12	45	não
7a.	60	10	15	45	não
8a.	60	12	18	60	não

*As séries estáticas corresponderam a exercícios isométricos com joelhos em semiflexão e pés paralelos alinhados ao quadril; enquanto as séries dinâmicas, exercícios isotônicos de agachamento de 30° a 90° de flexão de joelho. O tempo de repouso foi de 60 segundos em todas as séries. Sem=semnas; Est Vis=estímulo visual.

Tabela 2. Dados demográficos da amostra antes e após a intervenção.

Dados Demográficos	Antes	Após	p	E
	IC (95%)			
FR (ipm)	20,14±4,18 16,27-24,00	20,28±4,23 16,37-24,19	0,86 ^a	0,03
FC (rpm)	68,42±7,54 61,44-75,40	68,85±22,32 48,20-89,50	0,31 ^b	0,02
PAm(mmHg)	90,52±4,47 86,38-94,66	93,09±5,96 87,57-98,61	0,43 ^a	0,47

a= Teste t em pares; b= Teste Wilcoxon; FR= Frequência Respiratória; FC= Frequência Cardíaca; PAm= Pressão Arterial Média; IC= Intervalo de Confiança; E= Effect Size.

A Figura 1 mostra os valores médios da força muscular respiratória, quando comparados pré e pós intervenção. Houve aumento dos valores médios de PImáx de -50,5±16,2 cmH₂O para -70,8±28,5 cmH₂O (p=0,05), PEmáx de 74,2±13,7 cmH₂O para 103,4±20,0 cmH₂O (p=0,01).

A Tabela 3 mostra os dados de frequência mediana durante a avaliação e reavaliação eletromiográfica dos músculos intercostal externo, diafragma e reto abdominal. Não houve diferença na comparação antes e após intervenção, com baixo efeito em todos os grupos avaliados.

Figura 1. Média e desvio padrão da Força Muscular Respiratória (FMR): PImáx e PEmáx antes da intervenção (PRÉ) e após intervenção (PÓS).

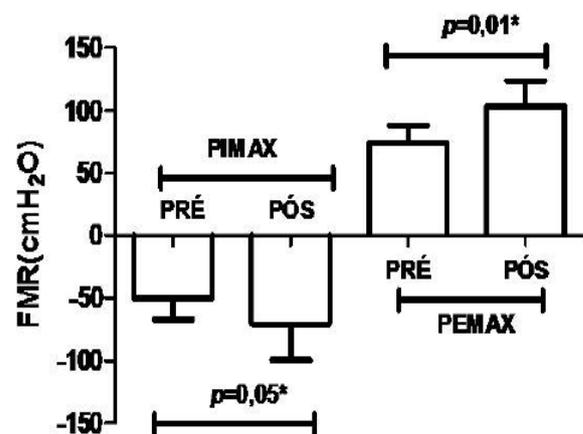


Tabela 3. Dados eletromiográficos da frequência mediana dos músculos durante a inspiração e expiração nos períodos de avaliação.

Músculo	Grupo de Intervenção		p	E	
	Antes	Após			
	IC (95%)				
Intercostal Externo	Insp	107,81±45,18 67,86-147,75	101,71±66,88 39,85-163,56	0,80 ^a	0,10
	Exp	31,72±17,08 15,93-47,52	38,00±19,31 20,14-55,86	0,16 ^a	0,30
Diafragma	Insp	69,02±11,89 58,02-80,02	73,71±13,43 61,26-86,15	0,17 ^b	0,30
	Exp	80,09±91,97 4,97-165,16	58,66±34,20 27,02-90,30	0,86 ^b	0,26
Reto Abdominal	Insp	33,73±31,39 4,70-62,77	35,04±25,15 11,78-58,30	0,90 ^a	0,04
	Exp	17,66±22,18 2,84-38,18	26,05±25,99 2,05-50,13	0,14 ^b	0,34

a: Teste t em pares; b: Teste Wilcoxon; Insp: Inspiratório; Exp: Expiração; IC: Intervalo de Confiança; E: *Effect Size*.

DISCUSSÃO

O presente estudo propôs avaliar o efeito do treinamento muscular respiratório com *threshold*[®] associado à terapia vibratória do corpo inteiro nos músculos respiratórios em pacientes com DP.

Indivíduos com DP apresentam força muscular e endurance respiratória reduzidas, quando comparados com indivíduos saudáveis¹⁸. A etiologia das disfunções respiratórias na DP permanece desconhecida, sendo possivelmente multifatorial, em virtude da fisiopatologia complexa, dos poucos estudos clínicos e, ainda, do fato de que as suas repercussões podem ser assintomáticas¹⁹.

Alguns autores sugerem hipóteses acerca da disfunção respiratória na DP e suas consequências como *déficit* na força dos músculos respiratórios, obstrução crônica das vias aéreas, ação simultânea de fatores como o grau de bradicinesia ou rigidez e limitações músculo-esqueléticas da coluna vertebral e discinesias musculares^{18,19}.

Existe grande variação no que diz respeito a valores de pressões respiratórias máximas descritas na literatura para pacientes com DP. A redução da PImáx pode estar relacionada à fadiga muscular e ao comprometimento neurológico desses pacientes²⁰. A fraqueza da musculatura expiratória, pode ocasionar redução da PEmáx, menores fluxos expiratórios, bem como aumento do volume residual, possivelmente correlacionados ao agravamento

da doença²¹.

Os resultados encontrados no presente estudo mostraram aumento da força muscular respiratória (PImax e PEmax) entre a avaliação e a reavaliação dos pacientes com DP. Alguns estudos em pacientes com DP demonstraram aumento da PEmáx^{22,23} e PImáx²⁴ com treinamento muscular respiratório, corroborando com os resultados do presente estudo.

Neste estudo foi utilizado o protocolo de 40% de PImax e PEmax, três vezes na semana, durante oito semanas, totalizando 24 sessões. A carga utilizada foi estabelecida visando o treino de endurance. Devido à associação com a terapia vibratória, tomou-se o cuidado para não sobrecarregar as fibras musculares dos pacientes com DP, evitando assim a fadiga.

Outros estudos com protocolos com 15% (inicial) a 60% (final) da PImax²⁴ e 75% da PEmax^{22,23} também obtiveram melhora destas medidas na DP, demonstrando variação de protocolos na literatura para esta finalidade.

Com relação a frequência mediana da EMG, não houve diferença com treino de *threshold*[®] e vibração de corpo inteiro. Isto pode ser justificado pelo tipo de treino muscular realizado durante o protocolo de intervenção.

O tipo de treino específico pode induzir alterações adaptativas ao sistema neuromuscular e também mudança na arquitetura e na morfologia muscular^{25,26}. O treino de resistência (*endurance*) acarreta alterações no trato corticoespinal descendente e na junção neuromuscular²⁷, entretanto e o treino de força promove mudança na morfologia e na arquitetura muscular²⁶. O presente estudo teve como metodologia o treinamento de endurance, por isto a melhora somente na função muscular respiratória.

Deve-se também levar em consideração a frequência utilizada na plataforma vibratória, pois esta induz aumento da atividade eletromiográfica em decorrência da sincronização das unidades motoras²⁸. A frequência de 30Hz promove maior atividade eletromiográfica, para músculo vasto lateral, em atletas, quanto comparadas com frequências maiores de vibração (40, 50 Hz)²⁹. No presente estudo a reavaliação da EMG foi realizada após a última sessão, na qual foi utilizada a frequência de 60Hz, o que pode estar relacionado com os resultados não sig-

nificantes da EMG, uma vez que estudos relatam que aumento da frequência pode levar à redução da atividade eletromiográfica em decorrência da inibição pré-sináptica do estímulo vibratório²⁹.

Em outro estudo foi observado que a frequência de vibração do corpo inteiro causa o aumento na atividade eletromiográfica em doenças neurodegenerativas³⁰. Cada músculo depende de uma frequência específica. O vasto medial tem maior atividade entre 11 a 29Hz, eretor lombar a 29Hz, tibial anterior a 19Hz e gastrocnêmico medial a 25Hz.

No presente estudo a frequência do aparelho foi modificada durante as semanas de treino, entretanto, os indivíduos não foram avaliados durante estas mudanças, uma vez que o estudo não objetivou verificar qual a melhor frequência para o treino dos músculos respiratórios.

Ressalta-se a escassez de estudos com utilização de terapia vibratória e avaliação por EMG de superfície em músculos respiratórios, principalmente no que se refere à melhor frequência de vibração a ser utilizada em indivíduos com DP.

Sugere-se a realização de novos estudos abordando o tema, uma vez que não foi realizada alocação dos sujeitos em diferentes grupos de tratamento devido à limitação do número de indivíduos que atendiam os critérios de inclusão da pesquisa.

CONCLUSÃO

Neste estudo, o treino muscular respiratório com *threshold*[®] associado à terapia vibratória de corpo inteiro, aumentou os valores de P_Imax e P_Emax, melhorando a resistência muscular respiratória após intervenção. Estes achados demonstram a eficácia do treino respiratório associado à vibração em pacientes com Doença de Parkinson. Não houve alterações na atividade muscular avaliada pela eletromiografia, o que pode estar relacionado a alguns fatores como o tipo de treino e a frequência de vibração utilizada.

REFERÊNCIAS

1. Parkinson's disease Research Agenda: National Institute of Neurological Disorders and Stroke (NINDS) (Endereço na Internet). EUA: National Institute of Neurological Disorders (ultima atualização 6/2012; citado em 11/2014). Disponível em: http://www.ninds.nih.gov/disorders/parkinsons_disease/parkinsons_disease.htm
2. Mehanna R, Jankovic J. Respiratory problems in neurologic movement disorders. *Parkinsonism Relat Disord* 2010;16:628-38. <http://dx.doi.org/10.1016/j.parkreldis.2010.07.004>
3. Cardoso SR, Pereira JS. Análise funcional da complacência torácica na doença de Parkinson. *Fisioter Bras* 2001;2:41-6.
4. O'Sullivan SB. Doença de Parkinson. In: O'Sullivan SB, Schmitz TJ. *Fisioterapia: Avaliação e Tratamento*. 4 ed. São Paulo: Manole, 2004; cap 23, pp 747-77.
5. Tasca C, Schusterb RC, Alvaregac LFC. Força muscular respiratória e mobilidade torácica em portadores de doença de Parkinson. *Rev Atenção Saúde* 2013;11:2275. <http://dx.doi.org/10.13037/rbcs.vol12n42.2275>
6. Jordan MJ, Norris SR, Smith DJ, Herzog W. Vibration Training: a overview of the area, training consequences, and future considerations. *J Strength Cond Res* 2005;19:459-66. <http://dx.doi.org/10.1519/13293.1>
7. Hagbarth KE, Eklund G. Tonic vibration reflexes (TVR) in spasticity. *Brain Res* 1966;2:201-3. [http://dx.doi.org/10.1016/0006-8993\(66\)90029-1](http://dx.doi.org/10.1016/0006-8993(66)90029-1)
8. Bogaerts A, Verschuere S, Delecluse C, Claessens AL, Boonen S. Effects of whole body vibration training on postural control in older individuals: A 1 year randomized controlled Trial. *Gait Posture* 2007;26:309-16. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2006.09.078>
9. Kawanabe K, Kawashima A, Sashimoto I, Takeda T, Sato Y, Iwamoto J. Effect of whole-body vibration exercise and muscle strengthening, balance, and walking exercises on walking ability in the elderly. *Keio J Med* 2007;56:28-33. <http://dx.doi.org/10.2302/kjm.56.28>
10. Hass CT, Turbanski S, Kessler K, Schmidtbleicher D. The effects of random whole-body-vibration on motor symptoms in Parkinson's disease. *NeuroRehabilitation* 2006;21:29-36.
11. Haas CT, Turbanski S, Kaiser I, Schmidtbleicher D. Biomechanische und physiologische Effekte mechanischer Schwingungsreize beim Menschen. *Dt Zeitsch Sportmed* 2004;55:34-43.
12. Oliveira R, Soares SMTP, Kosour C. Bases do Treinamento Muscular Respiratório. In: Sarmiento GJV. *O ABC da Fisioterapia Respiratória*. São Paulo: Manole, 2009; cap 13, pp 213-28.
13. Flynn MG, Barter CE, Nosworthy JC, Pretto JJ, Rochford PD, Pierce RJ. Threshold[®] pressure training, breathing pattern, and exercise performance in chronic airflow obstruction. *Chest* 1989;95:535-40. <http://dx.doi.org/10.1378/chest.95.3.535>
14. Mello MPB, Botelho ACG. Correlação das escalas de avaliação utilizadas na doença de Parkinson com aplicabilidade na fisioterapia. *Fisioter Mov* 2010;23:121-7. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-51502010000100012>
15. SENIAM Project. Surface ElectroMyoGraphy for the Non-Invasive Assessment of Muscles (Endereço na Internet). The Netherlands: Seniam Project Management Group (acessado em 2015). Disponível em: <http://www.seniam.org>
16. Mester J, Kleinöder H, Yue Z. Vibration training: benefits and risks. *J Biomech* 2006;39:1056-65. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbiomech.2005.02.015>
17. Cohen J. The concepts of power analysis. In: Cohen J (ed.). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Hillsdale: Academic Press Inc; 1988, pp 1-17.
18. Bonjormi LA, Jamami M, Di Lorenzo VAR, Pessoa BV. Influence of the Parkinson's disease on physical capacity, lung function and lean body mass index. *Fisioter Mov* 2012;25:727-36. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-51502012000400005>
19. Ferreira FV, Cielo CA, Trevisan ME. Aspectos respiratórios, posturais e vocais da Doença de Parkinson: considerações teóricas. *Rev CEFAC* 2011;13:534-40.

20. Alves LA, Coelho CA, Brunetto FA. Fisioterapia respiratória na doença de Parkinson idiopática: relato de caso. *Rev Fisioter Pesq* 2005;12:46-9.
21. Saleem AF, Sapienza CM, Okun MS. Respiratory muscle strength training: treatment and response duration in a patient with early idiopathic Parkinson's disease. *Neuro Rehabil* 2005;20:323-33.
22. Pitts T, Bolser D, Rosenbek J, Troche M, Okun MS, Sapienza C. Impact of expiratory muscle strength training on voluntary cough and swallow function in Parkinson disease. *Chest* 2009;135:1301-8. <http://dx.doi.org/10.1378/chest.08-1389>
23. Sapienza C, Troche M, Pitts T, Davenport P. Respiratory strength training: concept and intervention outcomes. *Semin Speech Lang* 2011;32:21-30. <http://dx.doi.org/10.1055/s-0031-1271972>
24. Inzelberg R, Peleg N, Nisipeanu P, Magadle R, Carasso RL, Weiner P. Inspiratory muscle training and the perception of dyspnea in Parkinson's disease. *Can J Neurol Sci* 2005;32:213-7. <http://dx.doi.org/10.1017/S0317167100003991>
25. Aagaard P, Andersen JL, Dyhre-Poulsen P, Leffers AM, Wagner A, Magnusson SP, et al. A mechanism for increased contractile strength of human pennate muscle in response to strength training: changes in muscle architecture. *J Physiol* 2001;534:613-23. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1469-7793.2001.t01-1-00613.x>
26. Aagaard P, Simonsen EB, Andersen JL, Magnusson P, Dyhre-Poulsen P. Neural adaptation to resistance training: Changes in evoked V-wave and H-reflex responses. *J Appl Physiol* 2002;92:2309-18. <http://dx.doi.org/10.1152/jappphysiol.01185.2001>
27. Carroll TJ, Riek S, Carson RG. The sites of neural adaptation induced by resistance training in humans. *J Physiol* 2002;544:641-52. <http://dx.doi.org/10.1113/jphysiol.2002.024463>
28. Cordo P, Gandevia SC, Hales JP, Burke D, Laird G. Force and displacement-controlled tendon vibration in humans. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1993;89:45-53. [http://dx.doi.org/10.1016/0168-5597\(93\)90084-3](http://dx.doi.org/10.1016/0168-5597(93)90084-3)
29. Cardinale M, Lim J. Electromyography Activity of Vastus Lateralis Muscle During Whole-Body Vibrations of Different Frequencies. *J Strength Cond Res* 2003;17:621-4.
30. Mandou KH. Leg muscle activity level and rate of perceived exertion with different whole-body vibration frequencies in multiple sclerosis patients: An exploratory approach. *Hong Kong Physiother J* 2011;29:12-9. <http://dx.doi.org/10.1016/j.hkpi.2011.02.002>