

Efeito de um programa de treinamento de facilitação neuromuscular proprioceptiva sobre a mobilidade torácica

Effect of a training program based on proprioceptive neuromuscular facilitation onto thoracic mobility

Marlene Aparecida Moreno¹, Ester da Silva¹, Roberta Silva Zuttin², Mauro Gonçalves³

Estudo desenvolvido no Laboratório de Pesquisa em Fisioterapia Cardiovascular e de Provas Funcionais da FCS/Unimep – Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade Metodista de Piracicaba, Piracicaba, SP, Brasil

¹ Fisioterapeutas; Profas. Dras. do PPG-Ft – Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da Unimep

² Fisioterapeuta Ms.

³ Fisioterapeuta; Prof. Dr. do PPG em Ciências da Motricidade do Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP

ENDEREÇO PARA
CORRESPONDÊNCIA

Marlene A. Moreno
R. Santa Cruz 990 Bairro Alto
13419-030 Piracicaba SP
e-mail: ma.moreno@terra.com.br

APRESENTAÇÃO
jan. 2009

ACEITO PARA PUBLICAÇÃO
jun. 2009

RESUMO: A proposta deste estudo foi analisar o efeito de um programa de treinamento de membros superiores baseado nas técnicas de facilitação neuromuscular proprioceptiva (FNP) sobre a mobilidade torácica. Foram estudadas 24 voluntárias sedentárias, idade $22,9 \pm 2,9$ anos, divididas em grupo controle (GC), que não participou do treinamento, e grupo treinado (GT). O protocolo de treinamento físico foi constituído por um programa de exercícios de FNP, realizado três vezes por semana, durante quatro semanas. Os dois grupos foram submetidos à avaliação da mobilidade torácica por meio de cirtometria, antes e após o período de treinamento. Os dados colhidos foram analisados estatisticamente, com nível de significância $\alpha = 5\%$. Os valores da cirtometria axilar e xifoideana do GC antes e após o período de intervenção não apresentaram alterações significativas ($p > 0,05$). No GT os valores das variáveis foram significativamente maiores após a intervenção ($p < 0,05$). Em conclusão, o protocolo de FNP utilizado parece ser um programa de exercícios eficiente, por promover aumento na cirtometria em um curto período de tempo, sugerindo que pode ser utilizado como recurso fisioterapêutico para o desenvolvimento da mobilidade torácica.

DESCRIPTORES: Exercícios respiratórios; Extremidade superior; Propriocepção; Técnicas de exercício e de movimento

ABSTRACT: The purpose of this study was to analyse the effect of an upper limb training program based on proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) techniques on thoracic mobility. The study was carried out with 24 sedentary female volunteers, aged 22.9 ± 2.9 years. Participants were divided into a control group (CG), who did not perform any exercise, and a trained group (TG), submitted to training. The physical training protocol consisted of a PNF exercise program, three times a week for four weeks. The two groups were assessed as to thoracic mobility by means of cirtometry before and after the training period. Data were statistically analysed and significance level set at $\alpha = 5\%$. In CG, initial axillary and xiphoid cirtometry values showed no significant differences when compared to data obtained on the final evaluation ($p > 0.05$). TG measures, in turn, were significantly higher after the training program ($p < 0.05$). The PNF protocol here proposed seems hence to be an efficient exercise program to promote increase in cirtometry values within a short period of time, suggesting that it may be used as a physical therapy resource for the development of thoracic mobility.

KEY WORDS: Breathing exercises; Exercise movement techniques; Proprioception; Upper extremity

INTRODUÇÃO

Há algum tempo, a fisioterapia tem buscado fundamentação científica para nortear a prática clínica e subsidiar a escolha das intervenções¹. A facilitação neuromuscular proprioceptiva (FNP) é uma técnica fisioterapêutica que vem sendo utilizada para melhorar o desempenho físico de atletas, de portadores de disfunções orgânicas e de sedentários saudáveis²⁻⁵. Trata-se de exercícios terapêuticos que utilizam padrões específicos de movimento em diagonal e espiral, bem como estímulos aferentes, para promover o desencadeamento do potencial neuromuscular, obtendo melhores respostas em todo o sistema musculoesquelético⁶. As técnicas de FNP podem ser aplicadas como um meio de estimular o sistema respiratório, uma vez que a literatura refere que durante sua realização ocorre estimulação da respiração, da musculatura do pescoço, da caixa torácica e dos membros superiores³.

A realização de atividade física depende de informações advindas do córtex motor, modulada por mecanismos de controle neural central e, também, por mecanismo neural reflexo⁷. Assim, ocorrem ajustes orgânicos e funcionais imediatos diante das demandas internas e externas; e, a longo prazo, verificam-se adaptações orgânicas que podem gerar melhora da capacidade funcional⁸.

Para verificar a ocorrência de tais adaptações é preciso utilizar testes e medidas de qualidade e confiabilidade⁹. A cirtometria torácica é um instrumento de avaliação do sistema respiratório que consiste em um conjunto de medidas das circunferências do tórax durante os movimentos respiratórios, tendo por finalidade avaliar a mobilidade torácica de forma simples, acessível e confiável^{9,10}. Essa técnica é de baixo custo e vem sendo bastante utilizada e difundida na fisioterapia, tanto na avaliação para prescrição do tratamento como para a reavaliação, pois fornece informações precisas sobre a mobilidade torácica¹¹⁻¹⁴.

Vários autores têm investigado respostas do sistema respiratório após treinamento físico com exercícios de membros superiores¹⁵⁻¹⁸. Apesar de Voss *et al.*³ referirem que a aplicação das técnicas de FNP melhora a função desse sistema,

nenhum trabalho sobre sua influência na mobilidade torácica foi encontrado na literatura pesquisada.

Nesse sentido, o presente estudo teve como objetivo verificar, por intermédio da cirtometria, o efeito dos padrões de FNP pelo método Kabat sobre a mobilidade torácica de mulheres sedentárias.

METODOLOGIA

Respeitando as normas para o desenvolvimento de pesquisa experimental com seres humanos, o estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Metodista de Piracicaba. Os objetivos, bem como os procedimentos experimentais, foram explicados detalhadamente às voluntárias, que assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido.

Para o cálculo amostral foi utilizado o aplicativo GraphPad (StatMate, v. 1.01i), para o nível de confiança de 95% e poder de força da amostra (*power*) de 80%, sendo sugerido nove voluntárias por grupo. Com o objetivo de manter a homogeneidade dos grupos, participaram do estudo 24 jovens, do sexo feminino, sedentárias, não-tabagistas, de antropometria semelhante (Tabela 1), sem antecedentes de doenças musculoesqueléticas, cardiovasculares ou respiratórias.

As voluntárias foram divididas aleatoriamente em dois grupos de 12, por randomização por tabela numérica, sendo um grupo controle (GC), que não participou do protocolo de treinamento, e outro submetido à intervenção pelas técnicas de FNP, denominado grupo treinado (GT). Durante o período experimental não houve perda amostral.

Antes e após o período de intervenção, todas as voluntárias foram subme-

tidas à cirtometria torácica. A amostra foi familiarizada com todos os procedimentos antes do início do experimento. O pesquisador que efetuou todas as medições era cego, ou seja, não tinha conhecimento se a voluntária era do GC ou GT, para que não houvesse influência nos resultados.

Para avaliação da mobilidade torácica foi tomada a medida das circunferências do tórax nas fases expiratória e inspiratória máximas. A diferença entre essas medidas forneceu informações do grau de expansibilidade e de retração dos movimentos. Essas medidas foram tomadas com uma fita métrica escalonada em centímetros (cm) nas regiões axilar e xifoideana, com a voluntária em postura ortostática e o tórax desnudo.

A medição foi feita fixando-se o ponto zero da fita métrica na região anterior do nível em que se estava medindo, e a outra extremidade da fita, após contornar o tórax com uma pressão máxima, foi tracionada pelo avaliador sobre esse ponto fixo. A máxima pressão possível da fita no corpo da voluntária visou prevenir que as estruturas moles não interferissem nas medidas^{11,12,14,19}. Para garantir a confiabilidade, as medidas foram tomadas três vezes em cada nível, utilizando-se para o estudo a medida de maior valor.

O protocolo de treinamento físico foi constituído por um programa de exercícios de FNP, desenvolvido com a regularidade de três vezes por semana, durante quatro semanas. As voluntárias do GT realizaram exercícios alternados nos padrões dos membros superiores direito e esquerdo nas diagonais do método Kabat (flexão-abdução-rotação lateral e extensão-adução-rotação medial; flexão-adução-rotação lateral e extensão-abdução-rotação medial)²⁰, em três séries de seis repetições. Durante os exercícios,

Tabela 1 Idade e dados antropométricos (média ± desvio padrão) dos grupos controle (GC) e treinado (GT)

Característica	GC (n=12)	GT (n=12)
Idade (anos)	22,0±3,2	21,4±0,8
Massa corporal (kg)	55,1±6,0	54,4±3,9
Estatura (cm)	165,0±0,1	165,0±0,1
IMC (kg/m ²)	20,18±1,62	20,00±1,21

IMC = Índice de massa corporal; *p*>0,05 (não houve diferença estatisticamente significativa na comparação entre os grupos)

as voluntárias foram orientadas a fazer inspirações e expirações tranqüilas para que não se caracterizar esforço respiratório associado aos movimentos dos membros superiores. Os exercícios foram feitos com carga de 80% de uma repetição máxima (1 RM). A medida de 1 RM foi tomada em uma avaliação diagnóstica pré-treinamento, segundo o protocolo proposto por Moreno et al.¹⁴. O teste consistiu em efetuar dez exercícios de aquecimento, com uma série de dez repetições de cada exercício sem sobrecarga – a não ser a do próprio equipamento – e, em seguida, aumentando gradativamente a sobrecarga até que a voluntária não conseguisse alcançar a amplitude de movimento completo ou fizesse compensação com outras partes do corpo, sendo considerada 1 RM a carga anterior, ou seja, aquela com a qual a voluntária conseguiu realizar o movimento completo sem compensações. O teste foi individual e realizado para cada padrão de movimento, tendo cada voluntária uma carga específica.

Os exercícios de treinamento com as técnicas de FNP foram efetuados em um sistema de polias de parede³ e supervisionados pelo pesquisador. A carga foi mantida durante as quatro semanas do

Tabela 2 Valores da cirtometria axilar e xifoideana (média ± desvio-padrão) das voluntárias dos grupos controle (GC) e treinado (GT), antes e após o período de intervenção

Cirtometria (cm)	GC (n=12)		GT (n=12)	
	Antes	Após	Antes	Após
Axilar	4,8±0,6	4,7±1	4,3±0,3	6,0±0,7* †
Xifoideana	4,9±0,7	4,8±0,3	4,9±0,8	6,2±0,6* †

* diferença GT antes x após significativa ($p<0,05$); † diferença GC x GT após significativa ($p<0,05$)

treinamento, não havendo progressão da mesma¹⁴. Em todas as seqüências utilizadas neste estudo, o cabo das polias foi preso ao punho das voluntárias, deixando as mãos livres, possibilitando assim total amplitude de seu movimento apropriado, permitindo que os padrões de facilitação fossem completos³ (Figura 1).

Para a análise estatística foi utilizado o aplicativo Statistica (v.6.1 Stat Soft). O teste de Kolmogorov-Smirnov foi usado para verificar a distribuição dos dados, sendo rejeitada a hipótese de normalidade de todas as variáveis. Portanto, foram utilizados testes não-paramétricos, sendo o de Wilcoxon para amostras pareadas e de Mann-Whitney para amostras não-pareadas, com nível de significância $p<0,05$.

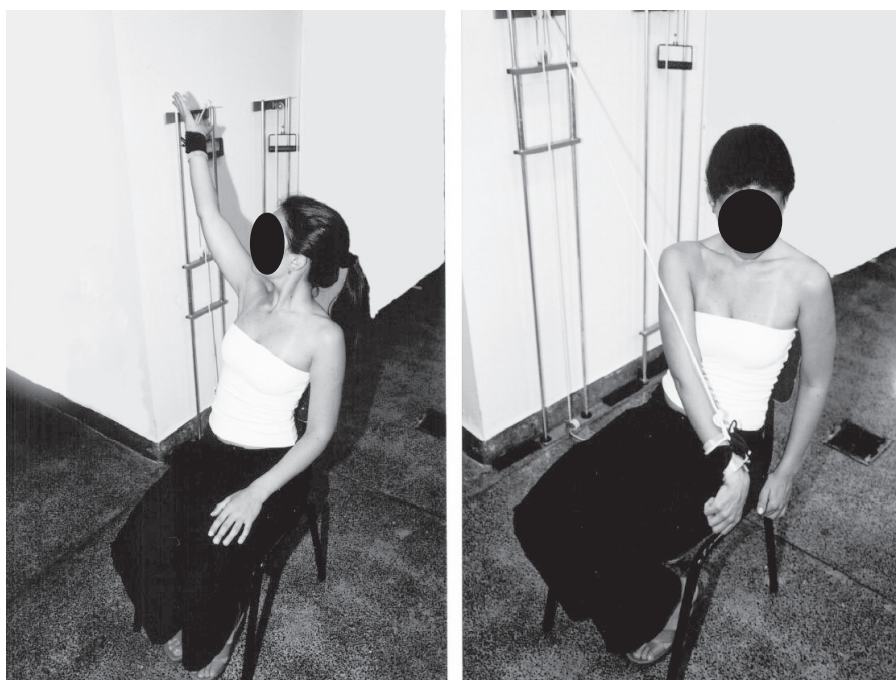


Figura 1 Ilustração de um padrão de movimento dos membros superiores do método Kabat de facilitação neuromuscular proprioceptiva, no sistema de polias de parede

RESULTADOS

Os valores obtidos pela cirtometria axilar e xifoideana do GC antes e após o período de intervenção não apresentaram diferenças estatisticamente significativas ($p>0,05$). Das voluntárias do GT, houve um aumento significativo ($p<0,05$) das duas medidas, quando comparadas às obtidas antes das quatro semanas de treinamento.

Na avaliação inter-grupos verificou-se que os valores foram semelhantes na condição pré-treinamento, enquanto na condição pós-treinamento o GT apresentou valores significativamente maiores (Tabela 2).

DISCUSSÃO

Este estudo investigou o efeito da aplicação de um protocolo de treinamento com os membros superiores, baseado nas técnicas de FNP, sobre a mobilidade torácica, durante quatro semanas, sendo utilizada a cirtometria torácica como instrumento de avaliação. Os resultados indicaram aumento significativo ($p<0,05$) nos valores obtidos do grupo treinado após o período de intervenção, evidenciando o impacto positivo do protocolo proposto.

O exercício físico representa um estímulo importante na mecânica respiratória, favorecendo a captação e o transporte de oxigênio²¹. Por essa razão, treinamentos com exercícios físicos têm sido utilizados como um recurso importante nas intervenções fisioterapêuticas nas disfunções pulmonares, sendo bastante enfatizado o treinamento com membros superiores, uma vez que alguns grupos musculares atuam também como acessórios da respiração e não somente para manter a posição dos membros e a postura^{22,23}.

A utilização da FNP vem sendo descrita na literatura^{24,25} e parece haver um grande potencial para pesquisa sobre o uso das técnicas e princípios propostos pelo método. Estudos recentes aplicando exercícios de FNP mostram que os efeitos são benéficos no que se refere à reabilitação motora²⁶⁻²⁸. No entanto, sobre seu efeito no sistema respiratório, o assunto ainda permanece pouco explorado.

Apesar de na literatura pesquisada não terem sido encontradas investigações específicas envolvendo treinamento com as técnicas de FNP e avaliação da mobilidade torácica, Moreno *et al.*¹⁴, estudando o efeito dessa técnica sobre as pressões respiratórias máximas, evidenciaram aumento nos valores dessas variáveis após 12 sessões de treinamento, refletindo melhora da força muscular respiratória.

A adaptação do sistema respiratório – neste estudo representada pelo aumento da mobilidade torácica das voluntárias treinadas – pode estar relacionada à utilização dos exercícios em diagonal nas polias de parede, uma vez que os mesmos apresentam como vantagem o envolvimento de vários grupos musculares em um mesmo movimento e promovem a interação dos dois lados do corpo com os segmentos cruzando a li-

inha mediana, produzindo benefícios no treinamento de propriocepção³.

Talvez pelo fato de a cirtometria apresentar um procedimento útil para a avaliação da mobilidade torácica¹¹, tendo como vantagem ser uma medida simples e acessível que requer apenas uma fita métrica, alguns estudos a têm utilizado como instrumento de avaliação para verificar respostas relacionadas a diferentes propostas de intervenção, como no estudo de Teodori *et al.*¹³, que observaram aumento da mobilidade torácica de mulheres jovens sedentárias após um programa de alongamento da cadeia muscular respiratória pelo método de reeducação postural global (RPG). Ainda utilizando a cirtometria, Paulin *et al.*¹² observaram aumento da mobilidade torácica em pacientes portadores de doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) após 24 sessões de exercícios físicos associados a exercícios respiratórios. Apesar de os dois estudos terem avaliado a mobilidade torácica, eles diferem porém da presente investigação no que se refere aos protocolos de intervenção aplicados e às características dos sujeitos estudados.

Apesar do resultado positivo, o presente estudo apresenta como limitação ter avaliado apenas a mobilidade torácica. Pode porém constituir ponto de

partida para futuras investigações envolvendo outras variáveis e voluntários portadores de pneumopatias. O programa de exercício proposto, visando a melhora da mobilidade torácica, pode representar uma ferramenta para o desenvolvimento da função respiratória. Reforça-se aqui a necessidade da busca por fundamentação e validação de condutas fisioterapêuticas, especialmente das técnicas de FNP sobre variáveis respiratórias, ainda pouco descritas na literatura. Requerem-se estudos adicionais para avaliar seu efeito em pneumopatas, em especial portadores de DPOC, que apresentam desvantagem mecânica em virtude da hiperinsuflação causada pela patologia.

CONCLUSÃO

Os resultados mostraram que o protocolo de FNP utilizado promoveu aumento significativo nos valores obtidos na cirtometria axilar e xifoideana após a intervenção, sugerindo que pode ser utilizado como um recurso fisioterapêutico para o desenvolvimento da mobilidade torácica. Apesar de referir-se a pessoas saudáveis, os resultados obtidos sugerem que o treinamento proposto pode ser de importância terapêutica no tratamento de disfunções respiratórias.

REFERÊNCIAS

- 1 Fonseca ST. Informação *versus* conhecimento: o papel da pós-graduação [editorial]. Rev Bras Fisioter. 2004;8(1).
- 2 Sullivan PE, Portney LG. Electromyographic activity of shoulder muscles during unilateral upper extremity proprioceptive neuromuscular facilitation patterns. Phys Ther. 1980;60(3):283-8.
- 3 Voss DE, Ionta MK, Myers BJ. Facilitação neuromuscular proprioceptiva. São Paulo: Médica Panamericana; 1987.
- 4 Kraft GH, Hammond MC. Techniques to improve function of the arm and hand in chronic hemiplegia. Arch Phys Med Rehabil. 1982;73(3):220-7.
- 5 Burke DA. Comparison of manual and machine-assisted proprioceptive neuromuscular facilitation flexibility techniques. [thesis, Halifax: Dalhousie University; 1995]. Eugene: Institute for Sport & Human Performance, University of Oregon; 1996. (Microform publication)
- 6 Godoi JA, Ishida RS. Comparação da eficácia de alongamento passivo e facilitação neuromuscular. Rev Bras Postura Mov. 1997;1(1):5-12.
- 7 Mitchell JH. Neural control of the circulation during exercise. Med Sci Sports Exerc. 1990;22(2):141-54.
- 8 Catai AM, Chacon-Mikahil MPT, Matinelli FS, Forti VAM, Silva E, Golfetti R, et al. Effects of aerobic exercise training on heart rate variability during wakefulness and sleep and cardiorespiratory response of young and middle-aged healthy men. Braz J Med Biol Res. 2002;35(6):741-52.
- 9 Caldeira SC, Starling CCD, Britto RR, Martins JA, Sampaio RF, Parreira VF. Precisão e acurácia da cirtometria em adultos saudáveis. J Bras Pneumol. 2007;33(5):519-26.
- 10 Carvalho MRA. Fisioterapia respiratória: fundamentos e contribuições. Rio de Janeiro: Nova Casuística; 1979. Cap: Avaliação morfofodinâmica do tórax e do abdômen, p.65-8.

Referências (cont.)

- 11 Costa D. Fisioterapia respiratória básica. São Paulo: Atheneu, 1999.
- 12 Paulin E, Brunetto F, Carvalho CRF. Efeitos de programa de exercícios físicos direcionado ao aumento da mobilidade torácica em pacientes portadores de doença pulmonar obstrutiva crônica. *J Pneumol.* 2003;29(5):287-94.
- 13 Teodori RM, Moreno MA, Fiore Jr JF, Oliveira ACS. Alongamento da musculatura inspiratória por intermédio da reeducação postural global (RPG). *Rev Bras Fisioter.* 2003;7(1):25-30.
- 14 Moreno MA, Silva E, Gonçalves M. O efeito das técnicas de facilitação neuromuscular proprioceptiva – método Kabat – nas pressões respiratórias máximas. *Fisioter Mov.* 2005;18(2):53-61.
- 15 Ries LA, Ellis B, Hawkins RW. Upper extremity exercise training in chronic obstructive pulmonary disease. *Chest.* 1988;93(4):688-92.
- 16 Martinez FJ, Vogel PD, Dupont DN, Stanopoulos I, Gray A, Beamis JF. Supported arm exercise vs unsupported arm exercise in the rehabilitation of patients with severe chronic airflow obstruction. *Chest.* 1993;103(5):1397-402.
- 17 Epstein SK. Arm training reduces the VO_2 and VE cost of unsupported arm exercise and elevation in chronic obstructive pulmonary disease. *J Cardiopulm Rehabil.* 1997;17(3):171-7.
- 18 Severo VG, Rech VV. Reabilitação pulmonar: treinamento de membros superiores em pacientes com DPOC; uma revisão. *Fisioter Pesq.* 2006;13(1):44-52.
- 19 Silva FB, Sampaio LMM, Carrascosa AC. Avaliação fisioterapêutica dos sistemas mastigatório e respiratório de um portador de síndrome otodental: um estudo de caso. *Rev Bras Fisioter.* 2006;10(1):133-6.
- 20 Adler SS, Beckers D, Buck M. PNF – Facilitação neuromuscular proprioceptiva: um guia ilustrado. São Paulo: Manole; 1999.
- 21 Weineck J. Biologia do esporte. São Paulo: Manole; 1991.
- 22 Celli BR. The clinical use of upper extremity exercise. *Clin Chest Med.* 1994;15(2):339-49.
- 23 Holland AE, Hill CJ, Nehez E, Ntoumenopoulos G. Does unsupported upper limb exercise training improve symptoms and quality of life for patients with chronic obstructive pulmonary disease? *J Cardiopulm Rehabil Prev.* 2004;24(6):422-27.
- 24 Cabral DG, Graciani Z, Kelencz CA, Amorin CF. Análise eletromiográfica das diagonais do tronco da técnica de facilitação neuromuscular proprioceptiva na lesão medular. *Rev Ter Manual.* 2005;3(13):527-37.
- 25 Munn J, Herbert RD, Hancock MJ, Gandevia SC. Training with unilateral resistance exercise increases contralateral strength. *J Appl Physiol.* 2005;99:1880-4.
- 26 Shimura K, Kasai T. Effects of proprioceptive neuromuscular facilitation on the initiation of voluntary movement and motor-evoked potentials in upper limb muscles. *Human Mov Sci.* 2002;21:101-13.
- 27 Marek SM, Cramer JT, Fincher AL, Massey LL, Dangelmaier SM, Purkayastha S, et al. Acute effects of static and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on muscle strength and power output. *J Athl Train.* 2005;40(2):94-103.
- 28 Kofotolis N, Kellis E. Effects of two 4-week proprioceptive neuromuscular facilitation programs on muscle endurance, flexibility, and functional performance in women with chronic low-back pain. *Phys Ther.* 2006;86(7):1001-12.