

Artigo Original

Efeito de um programa de alongamento muscular pelo método de Reeducação Postural Global sobre a força muscular respiratória e a mobilidade toracoabdominal de homens jovens sedentários*

Effect of a muscle stretching program using the Global Postural Reeducation method on respiratory muscle strength and thoracoabdominal mobility of sedentary young males

Marlene Aparecida Moreno¹, Aparecida Maria Catai², Rosana Macher Teodori³,
Bruno Luis Amoroso Borges¹, Marcelo de Castro Cesar⁴, Ester da Silva³

Resumo

Objetivo: Avaliar o efeito do alongamento da cadeia muscular respiratória, pelo método de Reeducação Postural Global (RPG), sobre a força muscular respiratória e a mobilidade toracoabdominal de homens jovens sedentários. **Métodos:** Estudo randomizado, realizado com 20 voluntários sedentários, idade $22,65 \pm 2,5$ anos, divididos em dois grupos de 10: grupo controle, que não participou do alongamento, e grupo submetido à intervenção pelo método de RPG. O protocolo foi constituído por um programa de alongamento da cadeia muscular respiratória na postura 'rã no chão com os braços abertos' realizado com a regularidade de duas vezes por semana, durante 8 semanas, totalizando 16 sessões. Os dois grupos foram submetidos à avaliação da medida da pressão inspiratória máxima, pressão expiratória máxima e circunferência toracoabdominal, antes e após o período de intervenção. **Resultados:** Os valores das pressões respiratórias máximas e da circunferência do grupo controle antes e após o período de intervenção não apresentaram alterações significativas ($p > 0,05$). No grupo RPG, os valores de todas as variáveis apresentaram diferenças estatisticamente significativas após o protocolo de intervenção ($p < 0,05$). **Conclusões:** O protocolo de alongamento da cadeia muscular respiratória proposto pelo método de RPG mostrou ser eficiente para promover o aumento das pressões respiratórias máximas e das medidas da circunferência toracoabdominal, sugerindo que pode ser utilizado como um recurso fisioterapêutico para o desenvolvimento da força muscular respiratória e da mobilidade toracoabdominal.

Descritores: Postura; Força muscular; Músculos respiratórios; Exercícios de alongamento muscular.

Abstract

Objective: To evaluate the effect that respiratory muscle stretching using the global postural reeducation (GPR) method has on respiratory muscle strength, thoracic expansion and abdominal mobility in sedentary young males. **Methods:** This was a randomized study involving 20 sedentary volunteers, aged 22.7 ± 2.5 years, divided into two groups of 10: a control group, composed of subjects not performing any exercises, and a group of subjects submitted to the GPR method. The protocol consisted of a program to stretch the respiratory muscles with participants in the 'open-arm, open hip joint angle' position, which was regularly performed twice a week for 8 weeks, totaling 16 sessions. The two groups were submitted to measurements of maximal inspiratory pressure, maximal expiratory pressure, thoracic expansion and abdominal mobility, prior to and after the intervention period. **Results:** The initial and final values for maximal respiratory pressures, thoracic expansion and abdominal mobility for the control group showed no significant differences ($p > 0.05$). However, for the GPR group, all values increased after the intervention ($p < 0.05$). **Conclusions:** Respiratory muscle stretching using the GPR method was efficient in promoting an increase in maximal respiratory pressures, thoracic expansion and abdominal mobility, suggesting that it could be used as a physiotherapy resource to develop respiratory muscle strength, thoracic expansion and abdominal mobility.

Keywords: Posture; Muscle Strength; Respiratory Muscles; Muscle Stretching Exercises.

* Trabalho realizado no Laboratório de Pesquisa em Fisioterapia Cardiovascular e de Provas Funcionais da Faculdade de Ciências da Saúde - FACIS - da Universidade Metodista de Piracicaba - UNIMEP - Piracicaba (SP) Brasil.

1. Docente do Curso de Fisioterapia da Universidade Metodista de Piracicaba - UNIMEP - Piracicaba (SP) Brasil.

2. Docente do Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da Universidade Federal de São Carlos - UFSCar - São Carlos (SP) Brasil.

3. Docente do Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da Universidade Metodista de Piracicaba - UNIMEP - Piracicaba (SP) Brasil.

4. Docente do Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Metodista de Piracicaba - UNIMEP - Piracicaba (SP) Brasil.

Endereço para correspondência: Marlene Aparecida Moreno. Rua Santa Cruz, 990, Bairro Alto, CEP 13419-030, Piracicaba, SP, Brasil.

Tel 55 19 3433-0743. E-mail: ma.moreno@terra.com.br

Recebido para publicação em 28/11/2006. Aprovado, após revisão, em 14/3/2007.

Introdução

A manutenção da bomba muscular respiratória é de vital importância para o sistema respiratório, assim como a bomba cardíaca o é para o sistema circulatório. Esses músculos são fundamentais na manutenção da mecânica respiratória e, em condições fisiopatológicas, a força muscular apresenta-se alterada, refletida na diminuição das pressões respiratórias.^(1,2)

Quando um músculo perde sua flexibilidade normal, ocorre uma alteração na relação comprimento-tensão, incapacitando-o de produzir um pico de tensão adequado, o que desenvolve fraqueza com retração muscular.⁽³⁾ O encurtamento muscular pode ser decorrente de diversos fatores, tais como alinhamento postural incorreto, imobilização do músculo, fraqueza muscular e envelhecimento.

Na literatura, há uma carência de informações sobre a ação do alongamento dos músculos respiratórios, provavelmente por se tratar de um grupo muscular de funcionamento complexo que, e talvez por esta razão, não apresenta técnicas específicas.

O alongamento muscular é um recurso utilizado tanto em programas de reabilitação como em atividades esportivas, sendo útil na prevenção de lesões e no aumento da flexibilidade.⁽⁴⁾ As fibras musculares são incapazes de alongar-se por si só, sendo necessária uma força externa aplicada ao músculo.

Diversos são os métodos e técnicas descritos com o objetivo de promover o alongamento muscular, sendo o estático o mais utilizado para se obter aumento da flexibilidade e relaxamento e utiliza exercícios que podem ser realizados de forma isolada ou de maneira global, envolvendo diversos segmentos simultaneamente. Durante o alongamento estático, a tensão criada nos grupos musculares é de baixa intensidade, permitindo conforto ao paciente e eficácia ao tratamento.⁽⁵⁾

O método de alongamento muscular ativo, descrito originalmente em 1987,⁽⁶⁾ alonga em conjunto os músculos antigravitários, os rotadores internos e os inspiratórios e foi baseado na compreensão das cadeias musculares posturais, sendo denominado de Reeducação Postural Global (RPG). Este método é amplamente difundido e tem sido muito utilizado como conduta fisioterapêutica em alterações posturais, principalmente nas dores da coluna vertebral; porém, sua ação sobre o sistema respiratório é pouco documentada.

Apesar da prática clínica demonstrar seus benefícios, a comprovação científica é fundamental para sua validação como alternativa de tratamento, uma vez que as evidências do seu efeito são escassas, principalmente sobre a função respiratória.

Desta forma, considerando a proposta do método de RPG e o reequilíbrio muscular que este pode promover, temos por objetivo analisar o efeito do alongamento da cadeia muscular respiratória sobre a força muscular respiratória e a mobilidade toracoabdominal de homens jovens sedentários.

Métodos

O estudo foi aprovado por Comitê de Ética em Pesquisa da Instituição (protocolo 03/05). Os objetivos, bem como os procedimentos experimentais foram explicados detalhadamente aos voluntários, que assinaram termo de consentimento livre e esclarecido.

O cálculo amostral foi realizado utilizando-se o aplicativo GraphPad StatMate, versão 1.01i, para o nível de confiança de 95% e *power* de 80%.

Participaram do estudo vinte voluntários do sexo masculino, sedentários, com capacidade aeróbia considerada fraca, segundo a classificação da *American Heart Association*, ou seja, consumo máximo de oxigênio (VO₂máx) de 30,2 ± 4,3 mL/kg/min, não tabagistas, de antropometria semelhante (Tabela 1), sem antecedentes de doenças músculo-esqueléticas, cardiovasculares e respiratórias, conforme avaliação clínica prévia. Foi realizada avaliação fisioterapêutica completa, incluindo a avaliação postural preconizada por Souchard e Ollier,⁽⁷⁾ que define que o encurtamento de determinada cadeia muscular seja verificado qualitativamente. Essa avaliação inclui: 'Foto', 'Interrogatório', 'Exame de retrações', 'Reequilíbrio' e 'Resultado'.

Tabela 1 – Comparação dos valores em média e desvio padrão da idade e dados antropométricos dos voluntários do grupo controle e do grupo Reeducação Postural Global.

	Controle (n = 10)	RPG (n = 10)
Idade (anos)	23,4 ± 2,7	22,9 ± 2,0
Massa corporal (kg)	81,1 ± 7,3	80,0 ± 4,3
Estatura (cm)	177,7 ± 6,1	176,4 ± 5,7
IMC (kg/m ²)	25,6 ± 1,2	25,1 ± 1,9

Não houve diferença estatisticamente significativa para nenhuma das variáveis (*p* > 0,05); RPG: Reeducação Postural Global; e IMC: índice de massa corporal.

Foram selecionados para o estudo os voluntários que apresentaram as seguintes condições após avaliação: 'Foto' - projeção anterior da cabeça, hiperlordose lombar e anteroversão da pelve, quando solicitados a permanecer na postura ortostática com os membros superiores abduzidos; 'Interrogatório' - ausência de dor; 'Exame de retrações' - projeção anterior da cabeça, anteriorização dos ombros com rotação medial do úmero, cifose dorsal, hiperlordose lombar, anteroversão da pelve, genuvalgo, pé plano e calcâneo valgo; 'Reequilíbrio' - aumento das compensações durante expiração prolongada; 'Resultado' - opção pela postura em abertura do ângulo do quadril com braços abertos (rã no chão com os braços abertos).

As equações de predição dos valores normais da pressão inspiratória máxima (PI_{máx}) e pressão expiratória máxima (PE_{máx}) utilizadas em nosso estudo foram as de Neder et al.,⁽⁸⁾ sendo que todos os voluntários apresentavam os valores da PI_{máx} abaixo do predito para a população estudada (139,4 cmH₂O, com limite inferior de 112,1 cmH₂O). Para a PE_{máx}, os valores apresentaram-se dentro dos limites de normalidade (146,9 cmH₂O, com limite inferior de 121,3 cmH₂O).

Os voluntários foram divididos aleatoriamente em dois grupos de dez (randomização realizada por tabela numérica), sendo um grupo controle, que não participou do protocolo de alongamento, e um outro submetido à intervenção pelo método de RPG. Durante o período experimental não houve perda amostral.

Antes e após o período de intervenção, todos os voluntários foram submetidos à avaliação das pressões respiratórias máximas e à cirtometria toracoabdominal. A amostra foi familiarizada com todos os procedimentos antes do início do experimento.

O pesquisador que realizou todas as medidas era cegado, ou seja, não tinha conhecimento se o voluntário era do grupo controle ou do grupo RPG, para que não houvesse influência nos resultados.

As pressões respiratórias foram medidas com um manovacuômetro (GER-AR, São Paulo, SP, Brasil), com intervalo operacional de ± 300 cmH₂O. O equipamento foi previamente aferido em coluna de mercúrio.

Todas as medidas foram coletadas pelo mesmo pesquisador sob comando verbal homogêneo, sendo realizadas com os voluntários sentados e tendo as narinas ocluídas por uma pinça nasal. A PI_{máx} foi

medida durante esforço iniciado a partir do volume residual, enquanto que a PE_{máx} foi medida a partir da capacidade pulmonar total. Cada voluntário executou cinco esforços de inspiração e expiração máximas, sustentados por pelo menos 2 s, com valores próximos entre si ($\leq 10\%$), sendo considerada para o estudo a medida de maior valor.⁽⁸⁻¹⁰⁾

Para avaliação da mobilidade toracoabdominal foi utilizada uma fita métrica e realizada a medida das circunferências torácicas (axilar e xifoideana) e abdominal, solicitando-se que o voluntário realizasse uma expiração máxima seguida de uma inspiração máxima. A diferença entre essas medidas forneceu informações do grau de expansibilidade e de retração dos movimentos.⁽¹¹⁻¹³⁾ Para garantir a confiabilidade, as medidas foram realizadas três vezes em cada nível, utilizando-se para o estudo a medida de maior valor.

O protocolo de intervenção foi constituído por um programa de alongamento da cadeia muscular respiratória do método de RPG na postura 'rã no chão com os braços abertos', realizado com a regularidade de duas vezes por semana, durante 8 semanas, totalizando 16 sessões.

Previamente à realização da postura, os voluntários foram posicionados em decúbito dorsal e submetidos à manobra para relaxamento diafragmático, que consistiu de pressões suaves e deslizantes realizadas com as pontas dos dedos sobre a pele, aplicada desde o ângulo costo-xifoideano até as últimas costelas, bilateralmente. Esta manobra possibilitou o relaxamento do diafragma, preparando-o para o alongamento.⁽¹⁴⁾

Em seguida, o voluntário foi posicionado com os braços a aproximadamente 45 graus de abdução, antebraços em supinação, com as palmas das mãos voltadas para cima; membros inferiores com abdução, flexão de quadril e joelhos fletidos até a completa aposição das plantas dos pés (Figura 1). Foi realizada a 'pompagem' dorsal, objetivando o alinhamento das curvaturas dorsal e cervical da coluna vertebral, enquanto a 'pompagem' sacral buscou a retificação da coluna lombar. O voluntário foi orientado a abduzir os quadris a partir da posição inicial, mantendo as plantas dos pés em aposição, alinhadas ao eixo do corpo.

O terapeuta utilizou comandos verbais e contatos manuais, solicitando a manutenção do alinhamento e as correções posturais necessárias, com o objetivo de otimizar o alongamento e impedir compensações.



Figura 1 – Ilustração da posição inicial da postura 'rã no chão com os braços abertos' do método de Reeducação Postural Global.



Figura 2 – Ilustração da posição final da postura 'rã no chão com os braços abertos' do método de Reeducação Postural Global.

O voluntário foi solicitado a realizar inspirações tranqüilas seguidas de expirações prolongadas, com o máximo rebaixamento possível das costelas e protusão do abdome, visando o alongamento da cadeia muscular respiratória, enquanto o terapeuta auxiliava na manutenção do crescimento axial.

Durante a realização da postura, os membros superiores seguiram em abdução, com alongamento progressivo dos músculos peitorais, evitando compensações. Da mesma forma, os membros inferiores, em aposição, avançaram em sentido caudal, visando principalmente o alongamento do músculo psoas ilíaco, mantendo a curvatura lombar em contato com a superfície de apoio (Figura 2).

A mesma postura foi realizada em todas as sessões, sendo que o terapeuta realizava a progressão da postura até o limite possível para cada voluntário, dentro de cada sessão, favorecendo o alongamento progressivo das cadeias musculares envolvidas na postura durante o tratamento. Esta postura foi mantida por 30 min.

Para a análise estatística foi utilizado o aplicativo Statistica for Windows, Release 5.1. (StatSoft, Inc., Tulsa, OK, EUA). O teste de Kolmogorov-Smirnov foi usado para verificar a normalidade na distribuição dos dados, sendo rejeitada a hipótese de normalidade de todas as variáveis. Portanto, para a análise da significância foram utilizados testes não-paramétricos, sendo o teste de Wilcoxon utilizado para amostras pareadas e de Mann-Whitney para amostras não-pareadas. Um valor de p menor que 0,05 foi considerado como estatisticamente significativo.

Resultados

Verifica-se na Tabela 2 que os valores absolutos e relativos em relação ao predito da $Pl_{máx}$ e $PE_{máx}$ do grupo controle, obtidos antes e após o período de intervenção, não apresentaram diferença significativa. Para o grupo RPG, constataram-se valores significativamente maiores após o treinamento.

Na avaliação intergrupos, verifica-se que os valores foram semelhantes na condição pré-treinamento, enquanto que, na condição pós-treinamento, observa-se que o grupo RPG apresentou valores significativamente maiores após as 16 sessões de intervenção.

Na Tabela 3 estão apresentados os valores da cirtometria toracoabdominal, onde se observa que não houve diferença significativa para o grupo controle e que houve aumento significativo dos valores do grupo RPG quando comparadas as condições antes e após a intervenção fisioterapêutica.

Na avaliação intergrupos, verifica-se que os valores foram semelhantes na condição pré-treinamento, enquanto que, na condição pós-treinamento, o grupo RPG apresentou valores significativamente maiores.

Discussão

O presente estudo demonstrou que a intervenção fisioterapêutica pelo método de RPG aplicada durante 8 semanas em voluntários jovens, saudáveis e sedentários foi capaz de aumentar significativa-

Tabela 2 – Comparação dos valores da pressão inspiratória máxima e pressão expiratória máxima dos voluntários do grupo controle (n = 10) e do grupo Reeducação Postural Global (n = 10), antes e após o período de intervenção.

	P _{Imáx} (cmH ₂ O)		P _{Emáx} (cmH ₂ O)	
	Antes	Após	Antes	Após
Controle ^a	104,5 ± 12,12	102,5 ± 11,84	132 ± 11,35	131 ± 11,25
RPG ^a	105,5 ± 11,16	146,5 ± 14,91 ^{b,c}	136 ± 17,12	186,5 ± 25,17 ^{b,c}
Controle (%) ^d	74,6 ± 8,6	73,2 ± 8,4	90,1 ± 7,7	90,6 ± 6,6
RPG (%) ^d	76,3 ± 9,8	105,2 ± 10,7 ^{b,c}	92,1 ± 11,6	126,3 ± 10,6 ^{b,c}

RPG: Reeducação Postural Global; P_{Imáx}: pressão inspiratória máxima; P_{Emáx}: pressão expiratória máxima; ^aMédia e desvio padrão; ^bp = 0,002 RPG antes versus RPG após; ^cp = 0,0001 controle após versus RPG após; e ^dPercentualmente em relação ao previsto.

mente os valores das pressões respiratórias máximas e da mobilidade toracoabdominal. Até o momento, poucos estudos demonstraram melhora do desempenho da função respiratória em pessoas submetidas a este tipo de alongamento.

Além do método de RPG, outras atividades físicas têm demonstrado preocupação com a função respiratória. Em um estudo,⁽¹³⁾ foi observado aumento da força muscular inspiratória e expiratória e da mobilidade torácica de mulheres jovens sedentárias após 4 semanas de treinamento utilizando as técnicas de facilitação neuromuscular proprioceptiva (FNP), o que corrobora com os resultados obtidos na presente investigação utilizando o alongamento da cadeia muscular respiratória pelo método de RPG. Na ioga também existe uma preocupação com alongamento e função respiratória, uma vez que o controle da respiração é crucial na sua prática, como demonstrado em um estudo que revelou modificação da P_{Imáx} após 3 meses de prática regular da atividade.⁽¹⁵⁾

Geralmente, alterações na mecânica respiratória são decorrentes do encurtamento excessivo da musculatura inspiratória e as principais causas desse encurtamento são: agressões neuropsíquicas (estresse), aumento do volume da massa visceral, postura inadequada, patologias respiratórias, fraqueza muscular e envelhecimento.⁽⁶⁾

Todas as posturas do método de RPG permitem o alongamento da cadeia muscular respiratória; porém, um autor refere que as posturas 'rã no chão' e a 'rã no ar' permitem melhor estabilidade dos pontos de inserção do diafragma, sendo ideais para que se obtenha o alongamento dos músculos diafragma, esternocleidomastóideo, escalenos, intercostais, músculos do dorso, peitoral maior e menor.⁽⁶⁾ O ganho da flexibilidade do diafragma é possível pela

fixação de suas inserções associada à sua contração excêntrica. Nesse sentido, especial atenção tem sido dada na utilização do método de RPG no alongamento da musculatura respiratória.⁽¹⁴⁾

Quando o músculo é imobilizado, sua mobilidade é alterada devido às modificações das proteínas contráteis e do metabolismo das mitocôndrias, resultando em diminuição do número de sarcômeros e aumento na deposição de tecido conjuntivo,⁽¹⁶⁾ levando ao encurtamento muscular e limitação da mobilidade articular.

O alongamento de uma fibra muscular promove o aumento do número de sarcômeros em série.^(17,18) Nesse sentido, o aumento de força muscular em função do alongamento deve-se possivelmente à melhor interação entre os filamentos de actina e miosina, em virtude do aumento do comprimento funcional do músculo.

Apesar da musculatura respiratória não ser passível de imobilização, sua constante ação de contração favorece uma postura em inspiração,⁽¹⁴⁾ restringindo a mobilidade da caixa torácica.

Quando o comprimento da fibra muscular é cronicamente alterado, o número de sarcômeros se ajusta no sentido de compensar essa mudança.⁽¹⁹⁾ Entretanto, não se conhece a extensão dessa adaptação, mas considera-se que tais mudanças no comprimento do músculo refletirão em sua capacidade funcional.

Em um estudo, foi relatado que a relação comprimento-tensão mostra que a geração de tensão no músculo esquelético está diretamente relacionada à quantidade de sobreposição entre os filamentos de actina e miosina, ou seja, quanto menor a sobreposição desses filamentos em repouso, maior a capacidade do músculo de gerar tensão.⁽²⁰⁾

Tabela 3 – Comparação dos valores obtidos pelas medidas da cirtometria axilar, xifoideana e abdominal dos voluntários do grupo controle (n = 10), e do grupo Reeducação Postural Global (n = 10), antes e após o período de intervenção.

	Controle		RPG	
	Antes ^a	Após ^a	Antes ^a	Após ^a
Axilar (cm)	6,2 ± 0,2	6,2 ± 0,2	6,1 ± 0,3	7,1 ± 0,2 ^{b,c}
Xifoideana (cm)	5,1 ± 0,2	5,2 ± 0,2	5,2 ± 0,2	6,9 ± 0,3 ^{b,c}
Abdominal (cm)	5,6 ± 0,4	5,6 ± 0,4	5,6 ± 0,4	7,1 ± 0,3 ^{b,c}

RPG: Reeducação Postural Global; ^aMédia e desvio padrão; ^bp = 0,002 RPG antes versus RPG após; e ^cp = 0,0001 controle após vs. RPG após.

Estudos em modelos animais, onde é possível a análise das fibras musculares, mostram que o alongamento realizado uma vez por semana em músculos encurtados é suficiente para amenizar a atrofia muscular.⁽²¹⁾ Alguns autores referem ainda que, em músculos normais submetidos ao alongamento três vezes por semana, ocorre um aumento do número de sarcômeros em série e da área de secção transversa das fibras musculares.⁽¹⁸⁾

Outros autores apontam que o comprimento do sarcômero é regulado pelo tempo de tensão ao qual o músculo é submetido⁽²²⁾: períodos prolongados de alongamento podem levar a um processo adaptativo muscular mais eficaz em comparação a curtos períodos de tempo. Nesse aspecto, em nosso estudo, tanto o tempo de duração do tratamento, quanto o tempo de duração de cada sessão de alongamento podem ter favorecido o aumento do comprimento dos sarcômeros e uma contração mais eficaz, refletida no aumento das pressões respiratórias máximas e mobilidade toracoabdominal.

Considera-se que a postura utilizada neste estudo tenha promovido tal alteração na interação entre os filamentos de actina e miosina e, conseqüentemente, melhorado a capacidade contrátil da cadeia muscular respiratória. Outro aspecto relevante é o possível aumento do número de sarcômeros em série, que pode ter favorecido o aumento da capacidade contrátil desta cadeia.

Alguns autores referem que a pressão máxima gerada por um músculo reflete sua força.⁽¹⁾ Assim, neste estudo, procurou-se aplicar técnicas de alongamento para melhorar a relação comprimento-tensão das fibras musculares, favorecendo o desempenho da bomba respiratória.

Os resultados das pressões inspiratórias e expiratórias máximas em valores absolutos e relativos

do predito e da cirtometria toracoabdominal observados neste estudo mostram que o alongamento da cadeia muscular respiratória, realizado em 16 sessões de 30 min cada, contribuiu de forma benéfica para o aumento da força contrátil dos músculos respiratórios e da mobilidade toracoabdominal. Autores referem que, após uma única sessão de intervenção pelo método de RPG em 20 mulheres jovens saudáveis, a Plmáx e a cirtometria torácica na região axilar apresentaram aumento estatisticamente significantes que foram atribuídos ao aumento da força muscular respiratória e da mobilidade torácica como efeito do alongamento, que envolveu a cadeia muscular respiratória em postura global.⁽²³⁾

Como a contração dos músculos expiratórios é bastante exigida durante a realização da postura 'rã no chão com os braços abertos', o aumento da força muscular expiratória observada em nossos resultados corrobora com os de outro estudo,⁽²⁴⁾ que demonstrou que o incremento na performance muscular pode ser justificado pela melhora na habilidade de coordenar a ação desse grupo muscular, caracterizando um aprendizado motor.

Ressalta-se que o método de RPG apresenta vantagens em relação a outros tipos de alongamento por manter a musculatura alongada por tempo prolongado. Além disso, atua de forma integrada sobre as cadeias, possibilitando adaptações que permitem a melhora da flexibilidade e da força.

São escassos os estudos que comprovam os benefícios do método de RPG, especialmente no que se refere à musculatura respiratória. Entretanto, as publicações existentes são unânimes em apontar sua influência sobre o comprimento muscular, melhora da amplitude de movimento e flexibilidade, repercutindo em melhora da capacidade de contração muscular.

Em um outro estudo,⁽²⁵⁾ um protocolo de exercícios de alongamento e flexibilidade utilizando o método de RPG, aplicado durante 4 meses em pacientes com espondilite anquilosante, possibilitou aumento da amplitude de movimento e flexibilidade da coluna vertebral, quando comparado à fisioterapia convencional.

Em nosso grupo de pesquisa, o interesse foi direcionado ao estudo da influência desse método sobre a musculatura respiratória e a mobilidade toracoabdominal, para subsidiar futuros estudos envolvendo indivíduos que apresentem disfunções respiratórias.

Segundo alguns autores,⁽¹⁾ o aumento do volume pulmonar reflete-se em importante encurtamento da musculatura inspiratória. Esse aumento está presente, principalmente, em patologias respiratórias obstrutivas, tendo como exemplo clássico a doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC).

Nessa patologia, o quadro clínico e as repercussões no estado geral de saúde do paciente sofrem influência de manifestações sistêmicas e necessitam de abordagem de tratamento que contemplem todos os componentes da doença.⁽²⁶⁾

Apesar das condições morfo-funcionais do indivíduo portador de DPOC serem diferentes daquelas apresentadas pelos sujeitos investigados neste trabalho, acredita-se que esses pacientes, pela disfunção mecânica característica, poderiam ser beneficiados pelo método proposto no que se refere às alterações dos músculos respiratórios.

O comprimento muscular adequado possibilitaria aos músculos inspiratórios de pneumopatas obstrutivos exercer capacidade contrátil mais eficaz, promovendo melhora da mecânica respiratória. Entretanto, faz-se necessária a investigação dessa hipótese.

É importante ressaltar que na DPOC, além do comprometimento da mecânica respiratória, estão presentes outras manifestações sistêmicas que requerem cuidados e tratamento específico com acompanhamento médico. Portanto, o alongamento muscular seria proposto como parte de um programa de reabilitação pulmonar.

Nesse contexto, concluímos que os resultados deste estudo mostram que a postura 'rã no chão com braços abertos', do método de RPG, foi eficiente para promover aumento das pressões respiratórias máximas e dos valores da cirtometria, sugerindo sua utilização como recurso fisioterapêutico para o

desenvolvimento da força muscular respiratória e da mobilidade toracoabdominal.

Apesar deste estudo apresentar dados relacionados a pessoas saudáveis, todos os voluntários apresentavam pressões inspiratórias máximas abaixo do limite inferior para a população estudada e, após a intervenção, houve um aumento significativo destes valores. Assim sendo, os resultados obtidos sugerem que o treinamento pode ser de importância terapêutica no tratamento de alterações dos músculos respiratórios.

Desta forma, há necessidade de estudos adicionais para avaliar o efeito desse alongamento na musculatura respiratória de portadores de DPOC, os quais apresentam desvantagem mecânica do músculo diafragma em virtude da hiperinsuflação causada pela patologia.

Referências

1. Derenne JP, Macklem PT, Roussos C. The respiratory muscles: mechanics, control, and pathophysiology. *Am Rev Respir Dis.* 1978;118(1):119-33.
2. Rochester DF, Braun NM. Determinants of maximal inspiratory pressure in chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Respir Dis.* 1985;132(1):42-7.
3. Gossman MR, Sahrman SA, Rose SJ. Review of length-associated changes in muscle. Experimental evidence and clinical implications. *Phys Ther.* 1982;62(12):1799-808.
4. Kubo K, Kanehisa H, Kawakami Y, Fukunaga T. Influence of static stretching on viscoelastic properties of human tendon structures in vivo. *J Appl Physiol.* 2001;90(2):520-7.
5. Kisner C, Colby LA. Stretching. In: Kisner C, Colby LA, editors. *Therapeutic exercise: foundations and techniques.* Philadelphia: F.A. Davis Company; 2002. p. 121-53.
6. Souchard PE. Reeducação postural global: método do campo fechado. São Paulo: Ícone; 1987. p. 91-104.
7. Souchard PE, Ollier M. As famílias de posturas - As posturas. In: Souchard PE, Ollier M, editors. *As escolioses: seu tratamento fisioterapêutico e ortopédico.* São Paulo: É Realizações; 2001. p. 145-66.
8. Neder JA, Andreoni S, Lerario MC, Nery LE. Reference values for lung function tests. II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. *Braz J Med Biol Res.* 1999;32(6):719-27.
9. Black LF, Hyatt RE. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. *Am Rev Respir Dis.* 1969;99(5):696-702.
10. Souza RB. Pressões respiratórias estáticas máximas. *J Pneumol.* 2002;28(Supl 3):S155-S165.
11. Paulin E, Brunetto AF, 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.
12. Silva FB, Sampaio LMM, Carrascosa AC. Avaliação fisioterapêutica dos sistemas mastigatórios e respiratório de um portador de síndrome otodental: um estudo de caso. *Rev Bras Fisioter.* 2006;10(1):133-6.

13. Moreno MA. Padrões de facilitação neuromuscular proprioceptiva e seu efeito na capacidade respiratória [dissertação]. Campinas: Universidade Estadual de Campinas; 2000.
14. Souchard PE. Respiração. São Paulo: Summus; 1989. p. 100-2.
15. Godoy DV, Bringhenti RL, Severa A, Gasperi R, Poli LV. Ioga *versus* atividade aeróbia: efeitos sobre provas espirométricas e pressão inspiratória máxima. *J Bras Pneumol*. 2006;32(2):130-5.
16. Williams PE, Goldspink G. Changes in sarcomere length and physiological properties in immobilized muscle. *J Anat*. 1978;127(Pt 3):459-68.
17. Shah SB, Peters D, Jordan KA, Milner DJ, Fridén J, Capetanaki Y, et al. Sarcomere number regulation maintained after immobilization in desmin-null mouse skeletal muscle. *J Exp Biol*. 2001;204(Pt 10):1703-10.
18. Coutinho EL, Gomes AR, Franca CN, Oishi J, Salvini TF. Effect of passive stretching on the immobilized soleus muscle fiber morphology. *Braz J Med Biol Res*. 2004;37(12):1853-61.
19. Lieber RL. Skeletal muscle response to injury. In: Lieber RL, editor. *Skeletal muscle structure, function and plasticity: the physiological basis of rehabilitation*. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins; 2002. p. 287-346.
20. Lieber RL, Bodine-Fowler SC. Skeletal muscle mechanics: implications for rehabilitation. *Phys Ther*. 1993; 73(12):844-56.
21. Gomes AR, Coutinho EL, Franca CN, Polonio J, Salvini TF. Effect of one stretch a week applied to the immobilized soleus muscle on rat muscle fiber morphology. *Braz J Med Biol Res*. 2004;37(10):1473-80.
22. Herring SW, Grimm AF, Grimm BR. Regulation of sarcomere number in skeletal muscle: a comparison of hypotheses. *Muscle Nerve*. 1984;7(2):161-73.
23. Teodori RM, Moreno MA, Fiori Junior JF, Oliveira ACS. Alongamento da musculatura inspiratória por intermédio da reeducação postural global (RPG). *Rev Bras Fisioter*. 2003;7(1):25-30.
24. Jones DA, Rutherford OM, Parker DF. Physiological changes in skeletal muscle as a result of strength training. *Q J Exp Physiol*. 1989;74(3):233-56.
25. Fernández-de-Las-Peñas C, Alonso-Blanco C, Morales-Cabezas M, Miangolarra-Page JC. Two exercise interventions for the management of patients with ankylosing spondylitis: a randomized controlled trial. *Am J Phys Med Rehabil*. 2005;84(6):407-19.
26. Dourado VZ, Tanni SE, Vale SA, Faganello MM, Sanchez FF, Godoy I. Manifestações sistêmicas na doença pulmonar obstrutiva crônica. *J Bras Pneumol*. 2006;32(2):161-71.