

Artigo Original

Treinamento muscular inspiratório e exercícios respiratórios em crianças asmáticas*

Inspiratory muscle training and respiratory exercises in children with asthma

Elisângela Veruska Nóbrega Crispim Leite Lima¹, Willy Leite Lima¹, Adner Nobre², Alcione Miranda dos Santos³, Luciane Maria Oliveira Brito⁴, Maria do Rosário da Silva Ramos Costa⁵

Resumo

Objetivo: Avaliar efeitos do treinamento muscular inspiratório (TMI) e exercícios respiratórios na força muscular, pico de fluxo expiratório (PFE) e variáveis de gravidade em crianças asmáticas. **Métodos:** Estudo analítico, experimental aleatório em 50 crianças asmáticas alocadas aleatoriamente em dois grupos: um grupo composto de 25 crianças que realizaram TMI em um programa de assistência e educação em asma (grupo TMI); e um grupo controle, composto de 25 crianças que foram submetidas apenas às consultas médicas mensais e educação em asma. O TMI foi realizado com o *threshold* com a carga de 40% da pressão inspiratória máxima (Plmáx). A análise dos resultados foi realizada através da análise da variância, teste de qui-quadrado e teste exato de Fisher, sendo considerado significativo o valor de $p > 0,05$.

Resultados: Na análise comparativa, observou-se aumento significativo da Plmáx, da pressão expiratória máxima (PEmáx) e do PFE pré- e pós-intervenção no grupo TMI, como se segue: Plmáx de $-48,32 \pm 5,7$ para $-109,92 \pm 18$ ($p < 0,0001$); PEmáx de $50,64 \pm 6,5$ para $82,04 \pm 17$ ($p < 0,0001$); e PFE de $173,6 \pm 50$ para 312 ± 54 ($p < 0,0001$). Entretanto, não houve aumento significativo da Plmáx e PEmáx no grupo controle, somente no PFE, de $188 \pm 43,97$ para $208,80 \pm 44,283$ ($p < 0,0001$). Houve melhora significativa das variáveis de gravidade no grupo TMI ($p < 0,0001$). **Conclusões:** O TMI e exercícios respiratórios proporcionam uma melhora na eficiência mecânica nos músculos respiratórios, no PFE e variáveis de gravidade.

Descritores: Exercícios respiratórios; Asma/terapia; Asma/reabilitação.

Abstract

Objective: The aim of the present study was to evaluate the effects that inspiratory muscle training (IMT) and respiratory exercises have on muscle strength, peak expiratory flow (PEF) and severity variables in children with asthma. **Methods:** This was a randomized analytical study involving 50 children with asthma allocated to one of two groups: an IMT group, comprising 25 children submitted to IMT via an asthma education and treatment program; and a control group, comprising 25 children who were submitted only to monthly medical visits and education on asthma. The IMT was performed using a pressure threshold load of 40% of maximal inspiratory pressure (MIP). The results were evaluated using analysis of variance, the chi-square test and Fisher's exact test, values of $p > 0.05$ being considered significant. **Results:** In the comparative analysis, pre- and post-intervention values of MIP, maximal expiratory pressure (MEP) and PEF increased significantly in the IMT group: MIP from -48.32 ± 5.706 to -109.92 ± 18.041 ($p < 0.0001$); MEP from 50.64 ± 6.55 to 82.04 ± 17.006 ($p < 0.0001$); and PEF from 173.6 ± 50.817 to 312 ± 54.848 ($p < 0.0001$). In the control group, however, there were no significant differences between the two time points in terms of MIP or MEP, although PEF increased from 188 ± 43.97 to 208.80 ± 44.283 ($p < 0.0001$). There was a significant improvement in the severity variables in the IMT group ($p < 0.0001$). **Conclusions:** Programs involving IMT and respiratory exercises can increase mechanical efficiency of the respiratory muscles, as well as improving PEF and severity variables.

Keywords: Breathing exercises; Asthma/therapy; Asthma/rehabilitation.

* Trabalho realizado na Universidade Federal do Maranhão – UFMA – São Luís (MA) Brasil.

1. Professora Auxiliar II do Curso de Graduação em Fisioterapia da Faculdade Santa Terezinha – CEST – São Luís (MA) Brasil.

2. Estudante de Medicina. Universidade Federal do Maranhão – UFMA – São Luís (MA) Brasil.

3. Professora do Departamento de Saúde Pública. Universidade Federal do Maranhão – UFMA – São Luís (MA) Brasil.

4. Professora do Departamento de Medicina III. Universidade Federal do Maranhão – UFMA – São Luís (MA) Brasil.

5. Professora Adjunta do Departamento de Medicina I. Universidade Federal do Maranhão – UFMA – São Luís (MA) Brasil.

Endereço para correspondência: Elisângela Veruska Nóbrega Crispim Leite Lima. Faculdade de Medicina, Mestrado Saúde Materno Infantil, Praça Gonçalves Dias, 21, CEP 65065-000, São Luís, MA, Brasil.

Tel 55 98 3231-7410. E-mail: elicrispim@oi.com.br

Recebido para publicação em 17/3/2007. Aprovado, após revisão, em 10/12/2007.

Introdução

A asma é considerada a doença crônica mais freqüente em crianças, levando a consideráveis restrições físicas, emocionais e sociais, bem como comprometendo seu pleno desenvolvimento psicomotor.⁽¹⁾

O asmático, em função das características da doença, experimenta aumento da resistência ao fluxo aéreo, aprisionamento de ar e hiperinsuflação pulmonar, que levam a alterações mecânicas na dinâmica tóraco-abdominal e à desvantagem muscular inspiratória.⁽²⁻⁴⁾

Diferentes programas de fisioterapia respiratória, utilizando treinamento muscular inspiratório (TMI) e/ou exercícios respiratórios, foram objeto de estudo em pacientes asmáticos, como terapêutica complementar ao tratamento farmacológico, enfocando-se parâmetros como qual a melhor técnica, freqüência e duração do programa, bem como os efeitos clínicos dessas técnicas nos pacientes asmáticos.⁽⁵⁻¹¹⁾ No entanto, se por um lado a asma provoca alterações biomecânicas que justificam a intervenção fisioterapêutica, revisões sistemáticas da literatura, realizadas em 2006 e 2007, avaliando isoladamente o TMI e/ou os exercícios respiratórios no tratamento da asma, demonstraram que ainda são insuficientes as evidências, sugerindo que tanto o TMI como os exercícios respiratórios promovem benefícios clínicos em pacientes com asma.^(12,13)

Diante disso, justifica-se a realização deste trabalho, desenvolvido com o objetivo de avaliar os efeitos de um programa de TMI e exercícios respiratórios no tratamento de crianças asmáticas, especificamente estudando seus efeitos no pico de fluxo expiratório (PFE) e na força muscular respiratória, bem como nas variáveis de gravidade.

Métodos

O estudo consistiu em pesquisa analítica, experimental e aleatória. Foram avaliadas 60 crianças asmáticas, sem tratamento prévio para esta patologia e com quadro de asma não controlada,⁽¹⁴⁾ na faixa etária de 8 a 12 anos, vinculadas ao Programa de Assistência ao Paciente Asmático (PAPA) da Universidade Federal do Maranhão, admitidas no período de junho a dezembro de 2005. Foram excluídas 2 crianças que estavam fora da faixa etária e 8 que não aderiram à proposta de tratamento

(acompanhamento médico, programa de educação e fisioterapia respiratória).

Esta faixa etária foi estabelecida por ser este período considerado de transição no desenvolvimento do sistema respiratório e marcar o fim do crescimento rápido e das modificações estruturais das unidades respiratórias periféricas.⁽¹⁵⁾

As crianças foram divididas aleatoriamente em dois grupos: grupo TMI e grupo controle, sendo acompanhadas durante três meses. A seleção dos grupos foi realizada através de sorteio simples, à medida que elas eram admitidas neste serviço.

A amostra foi calculada adotando-se os seguintes critérios: 10 cmH₂O como diferença clínica relevante da pressão inspiratória máxima (PImáx), tanto para a variação entre os grupos como entre o instante final e inicial; 0,05 como nível de significância estatística; e 80% como poder mínimo do teste. Considerou-se para o grupo controle um desvio padrão de 10 cmH₂O e, para o grupo TMI, de 15 cmH₂O, obtendo-se como tamanho da amostra 26 indivíduos para cada grupo.

Após a admissão no PAPA, as crianças eram avaliadas pelos médicos assistentes e tinham o diagnóstico clínico confirmado através de questionário clínico adaptado, baseado no I Consenso Brasileiro de Asma.⁽¹⁶⁾

O grupo TMI foi incluído em programa de fisioterapia respiratória, acompanhamento médico e programa de educação em asma. O grupo controle realizou acompanhamento médico e participou de programa de educação em asma.

O programa educativo era realizado uma vez por mês, com duração de 60 min, e tinha como conteúdo informações sobre asma, sinais e sintomas de exacerbação, fatores desencadeantes, controle ambiental e noções básicas de medicações de alívio e de prevenção.

As consultas médicas de acompanhamento foram realizadas mensalmente. A terapêutica utilizada foi a seguinte: para pacientes em crise de asma, eram prescritos cursos de cinco a dez dias de corticóide oral na dose média de 1 a 2 mg/kg/dia. O corticóide inalatório utilizado era o disponível no PAPA (beclometasona spray em apresentação de 50 µg ou 250 µg). Administrava-se dose baixa de corticóide inalatório padronizado para criança, entre 100 e 500 µg de beclometasona.⁽¹⁴⁾ A cada retorno mensal, a terapia era revista e a dose poderia ser mantida ou reajustada. Ainda era disponível no PAPA medicação

do tipo associação corticóide inalatório e beta-agonista de ação prolongada para asma moderada e grave.

O programa de fisioterapia respiratória foi composto de TMI e exercícios respiratórios, sendo desenvolvido em 2 sessões semanais de 50 min, durante sete semanas consecutivas, totalizando 14 sessões.

Durante 25 min de cada sessão, eram realizadas séries de exercícios respiratórios em decúbito dorsal e sentado, para reeducação e conscientização respiratória, sendo utilizados exercícios diafragmáticos, inspiração fracionada em tempos e frenolabial, sempre em 10 séries de cada exercício. Logo após, era iniciado o TMI com o aparelho Threshold IMT (Respironics, Cedar Grove, NJ, EUA), aparelho que possui uma válvula de *spring load* e impõe resistência inspiratória regulável. Este treinamento foi realizado durante 25 min. Nos primeiros 10 min do treinamento, para trabalhar a força muscular, utilizou-se o Threshold IMT em 10 séries de 60 s cada, intercaladas com 60 s de repouso; nos 5 min seguintes, sem intervalos, esse aparelho foi utilizado objetivando trabalhar a *endurance*. A carga de treinamento utilizada nos dois momentos foi de 40% da $Pl_{máx}$, obtida na avaliação prévia em cada sessão.

A avaliação comparativa dos grupos estudados foi realizada através das variáveis de força muscular, do PFE e variáveis de gravidade como frequência de crises, sintomas diurnos e noturnos, atividades, visitas ao ponto-socorro, hospitalizações e uso de medicamentos.

A avaliação do PFE foi realizada através de um aparelho específico, marca Asmaplan/Comercial Médica, sendo considerada a melhor de três medidas aferidas nas consultas médicas mensais, utilizando-se o mesmo aparelho, mudando-se apenas o bocal para cada criança.

Nos dois grupos, a força muscular respiratória foi avaliada através da medida da $Pl_{máx}$ e pressão expiratória máxima ($PE_{máx}$) gerada na boca, durante esforço máximo, contra via aérea ocluída, respectivamente, na inspiração e na expiração, utilizando-se um manovacuômetro portátil (GER-AR, São Paulo, SP, Brasil). O paciente foi orientado a realizar uma inspiração máxima, contra válvula ocluída, a partir do volume residual, para a mensuração da $Pl_{máx}$. Para a determinação da $PE_{máx}$, o paciente realizava uma expiração máxima a partir da capacidade

pulmonar total, contra a referida válvula, sendo registradas as pressões de pico.⁽¹⁷⁾ Foram realizadas cinco manobras para ambas as pressões e o maior valor em cmH₂O foi selecionado. Os valores obtidos foram comparados aos parâmetros de normalidade por meio das equações de predição de um autor.⁽¹⁸⁾

As variáveis de gravidade como frequência de crises, atividades diárias, sintomas diurnos e noturnos, visitas ao pronto-socorro, hospitalizações e uso de medicamentos foram coletadas nas consultas médicas de acompanhamento, e aquelas coletadas na primeira e última consulta foram utilizadas para efeito comparativo.

A coleta de dados foi iniciada após autorização do Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo seres humanos do Hospital Universitário da Universidade Federal do Maranhão (processo nº 33104-01417/2004) e precedida do consentimento livre e esclarecido dos pais.

As variáveis de interesse ($Pl_{máx}$, $PE_{máx}$ e PFE) nos grupos foram analisadas em três instantes diferentes: tempo zero (T0), antes do programa de fisioterapia; tempo um (T1), após 49 dias de seguimento; e tempo dois (T2), após 90 dias de seguimento.

Para efeito de cálculos estatísticos, visando comparar as variáveis de interesse nos instantes observados, utilizou-se a análise de variância com medidas repetidas. Para a comparação das variáveis categóricas, foi utilizado o teste de qui-quadrado, quando aplicável, ou teste exato de Fisher.⁽¹⁹⁾

As variáveis quantitativas são apresentadas por meio de média e desvio padrão, e as qualitativas por frequências e porcentagens.

Os dados foram analisados no programa STATA 9.0 (Stata Corp., College Station, TX, EUA). Em todos os testes, fixou-se um nível de significância de 5%.

Resultados

A amostra estudada constituiu-se de 50 crianças asmáticas, sendo 25 crianças alocadas no grupo TMI e 25 crianças no grupo controle. Não foi evidenciada diferença significativa entre os grupos estudados ($p > 0,05$) quanto ao sexo, idade e peso. O grupo TMI foi composto de 9 meninos e 16 meninas, com idade média de $9,6 \pm 1,2$ e peso de $28,48 \pm 0,4$; o grupo controle, por 7 meninos e 18 meninas, com idade de $9,76 \pm 1,2$ e peso de $28,36 \pm 2,6$.

Tabela 1 – Média e desvio padrão da pressão inspiratória máxima, pressão expiratória máxima e pico de fluxo expiratório para os grupos treinamento muscular inspiratório e controle, nos três momentos da avaliação.

Variáveis	T0		T1		T2	
	TMI	Controle	TMI	Controle	TMI	Controle
Plmáx	-48,32 ± 5,7	-46,88 ± 4,72	-109,92 ± 18	-46,72 ± 4,11	-109,52 ± 18	-45,84 ± 4,23
PEmáx	50,64 ± 6,5	49,2 ± 5,53	82 ± 17	49,6 ± 5,50	80,4 ± 16	47,3 ± 4,53
PFE	173 ± 50,8	188 ± 43,9	312 ± 54,8	208,8 ± 44,2	304 ± 59,3	190 ± 44,0

T0: tempo zero (antes do programa de fisioterapia); T1: tempo um (após 49 dias de seguimento); e T2: tempo dois (após 90 dias de seguimento); TMI: treinamento muscular inspiratório; Plmáx: pressão inspiratória máxima; PEmáx: pressão expiratória máxima; e PFE: pico de fluxo expiratório.

As médias e desvio padrão das variáveis em estudo, nos três momentos da avaliação, para os pacientes dos grupos TMI e controle, são apresentadas na Tabela 1. Quando comparadas tais médias, não houve diferença significativa no grupo controle.

No grupo TMI, para a variável Plmáx, houve diferença significativa entre T0 e T1 ($p < 0,0001$) e entre T0 e T2 ($p < 0,0001$). Houve, também, diferença significativa entre T0 e T1 e entre T0 e T2, ao compararmos as médias das variáveis PEmáx e PFE.

Também foi observada uma diferença significativa para as médias das variáveis Plmáx, PEmáx e PFE, entre grupo controle e grupo TMI, no instante T1 e no T2. Na avaliação comparativa dos grupos após a intervenção, referindo-se às variáveis de gravidade como frequência de crises, atividades diárias, sintomas noturnos e diurnos e uso de medicamentos (Tabela 2), houve melhora significativa no grupo TMI pós-tratamento, com $p < 0,0001$. Já na análise das variáveis visitas ao ponto-socorro e hospitalizações, não houve melhora significativa ($p = 0,17$) na comparação entre grupos.

Discussão

Conforme os resultados da análise comparativa das variáveis Plmáx, PEmáx e PFE, podemos observar uma melhora significativa do grupo TMI na comparação entre o início do tratamento e após 49 dias de seguimento, resultado este não observado no grupo controle. Já a análise dos resultados da comparação das variáveis com 49 dias e com 90 dias de tratamento entre os grupos não foi significativa, mostrando que os ganhos obtidos no grupo TMI não foram perdidos após o término da fisioterapia.

Apesar de não existirem estudos avaliando as repercussões da asma e suas alterações biomecânicas em crianças, levando a uma diminuição da

força muscular respiratória, após avaliação destas medidas e comparação com os valores preditivos em crianças propostos por autor já mencionado,⁽¹⁸⁾ foi observado no nosso estudo que as crianças apresentavam força muscular respiratória reduzida. Diante disso, a nossa proposta de tratamento fisioterapêutico, exercícios respiratórios e TMI foi efetiva na melhora da força muscular respiratória, Plmáx e PEmáx, bem como na melhora da obstrução aérea, observada através da melhora do PFE. Além disso, após 90 dias de seguimento com sessões de fisioterapia respiratória, os ganhos adquiridos não foram perdidos de maneira significativa.

O Programa Nacional de Prevenção e Educação em Asma e a Academia Americana de Pediatria incluem atividades normais em suas metas estabelecidas para tratamento da asma. As atividades físicas, nessa fase de desenvolvimento, são consideradas ferramentas fundamentais para o desenvolvimento psicomotor e social normal. No entanto, acredita-se que crianças asmáticas com comprometimento de força muscular sintam-se desencorajadas a aderirem a atividades físicas e precisem de intervenção prévia e específica para se adequarem. Estudos prévios demonstram melhora no condicionamento físico e aumento de força muscular em crianças asmáticas, resultado este semelhante ao encontrado em nosso estudo.⁽²⁰⁾

Os resultados deste estudo também estão de acordo com os de outros realizados em adultos^(2,8,9,21,22) que, trabalhando com patologias obstrutivas, constataram aumento da força muscular respiratória após TMI específico, com conseqüente melhora clínica.

O fato de nossos resultados relacionados à Plmáx terem sido tão significativos talvez se deva a todo o trabalho associado ao TMI propriamente e à utilização de exercícios respiratórios, no sentido de promover a conscientização e reeducação respira-

Tabela 2 – Avaliação das variáveis de gravidade dos grupos experimental e controle, antes e depois do seguimento de três meses dos grupos treinamento muscular inspiratório e controle.

Variáveis	TMI		Controle	
	Antes	Depois	Antes	Depois
Sintomas diurnos presentes	25	0	25	25
Sintomas noturnos presentes	25	3	25	25
Atividades diárias comprometidas	25	0	25	25
Crises presentes	25	2	25	22
Visita ao ponto-socorro	25	3	25	8
Hospitalizações	25	3	25	3
Broncodilatador para alívio	25	21	25	4

TMI: treinamento muscular inspiratório.

tória, o que facilitou todo um reajuste biomecânico e o treinamento específico da musculatura desejada.

Há até pouco tempo, a comprovação científica dos benefícios que o tratamento fisioterapêutico poderia trazer para a assistência ao paciente asmático era escassa. Porém, alguns trabalhos realizados em adultos já relataram, em semelhança ao nosso, os seus benefícios. Alguns autores⁽⁷⁾ realizaram estudo multicêntrico randomizado e controlado com modelo cruzado, avaliando um programa de fisioterapia, em oito locais diferentes, que constava de treinamento com exercícios respiratórios, programa de educação, TMI, higiene brônquica, técnicas de relaxamento e exercícios recreativos, e observaram uma melhora significativa na tolerância ao exercício e na qualidade de vida desses pacientes.

Ainda de acordo com nossos resultados, foi possível constar um fato interessante, um aumento nos valores de PEmáx no grupo tratado com TMI específico e exercícios respiratórios que priorizaram exercitar os músculos inspiratórios. Todavia, esse resultado de aumento na PEmáx sugere que a própria ação mecânica aumentada nos músculos inspiratórios, incluindo músculos como intercostais externos que têm comprovada participação acessória na expiração, proporcionou uma maior mobilidade tóraco-abdominal e conseqüente reorganização mecânica de todos os músculos envolvidos na respiração. Além disso, durante o TMI e exercícios

respiratórios, a inspiração e a expiração são ativas durante todo o ciclo respiratório, favorecendo a otimização da função muscular, evidenciada no aumento da força.

Nossos resultados estão de acordo com trabalho anteriormente publicado^(9,20) que, avaliando os efeitos do TMI específico e treinamento físico em adultos e crianças asmáticos, constataram aumento da PImáx e também da PEmáx.

A utilização do treinamento muscular expiratório específico em comparação com o TMI específico em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica já foi realizada, e também encontrou aumento da PEmáx no grupo tratado com TMI específico, embora não estatisticamente significativa.⁽¹⁰⁾

Em relação à magnitude da carga adotada para a realização do TMI, há controvérsias na literatura. Todavia, acredita-se que o percentual de carga está muito mais relacionado às condições dos pacientes em realizarem exercícios contra a resistência. Em um estudo,⁽²²⁾ foi realizado um TMI com carga de 60 a 70% da PImáx durante seis meses, relatando-se aumento da PImáx, diminuição da dispnéia, aumento da capacidade de caminhada e melhora da qualidade de vida em pacientes adultos obstrutivos crônicos. Com uma metodologia bastante semelhante à destes autores, porém empregando apenas 40% da PImáx dos pacientes adultos asmáticos, outros autores⁽⁹⁾ também obtiveram aumento da força muscular respiratória, sendo tal resultado semelhante ao de nosso estudo, realizado com a mesma metodologia, em crianças asmáticas.

Outro ponto controverso na literatura é o tempo de treinamento e a frequência. Em nosso trabalho, o programa de fisioterapia foi realizado em 2 sessões semanais com duração de 40 min cada, para propiciar uma maior adesão ao programa. Em um estudo,⁽²⁰⁾ avaliou-se o condicionamento físico e força muscular de crianças asmáticas antes e depois de quatro meses de participação em um programa de exercícios físicos, com menor frequência e maior duração de cada sessão, demonstrando-se melhora destas variáveis.

Já outro estudo⁽⁹⁾ investigou o efeito do TMI e treinamento físico em pacientes asmáticos adultos. Foram avaliados trinta pacientes asmáticos distribuídos aleatoriamente em três grupos de 10 pacientes que realizaram, respectivamente, TMI e treinamento físico; apenas TMI; e nenhum tipo de treinamento. O TMI e treinamento físico foram realizados três vezes

por semana, durante seis semanas consecutivas, totalizando 18 sessões. Foi constatado aumento significativo da $PI_{m\acute{a}x}$ e $PE_{m\acute{a}x}$ para os pacientes que realizaram TMI e treinamento físico e para os que realizaram apenas TMI, assim como manutenção da força muscular respiratória, após 30 dias de término do treinamento, enquanto que nos que não realizaram qualquer tipo de treinamento não houve alterações da força muscular respiratória. Em associação a esses resultados, todos os pacientes que realizaram TMI e treinamento físico ou apenas TMI manifestaram melhora dos sintomas clínicos.

Alguns autores⁽²³⁾ realizaram um estudo para avaliar a pressão-fluxo específica a fim de promover a adaptação fisiológica do TMI, o efeito temporal do destreinamento e a frequência de redução do treinamento sobre estas adaptações. Os resultados do destreinamento ao término do programa de treinamento muscular foram pequenos, mas significaram reduções na função muscular inspiratória. A redução na frequência de treinamento para dois dias semanais permitiu a manutenção da função muscular respiratória após a 18ª semana pós-treinamento.

Nossos resultados mostraram valores de PFE aumentados tanto no grupo TMI como no grupo controle. Todavia, quando comparamos o aumento nos dois grupos, constatamos que o grupo TMI teve aumento estatisticamente significativo em relação ao grupo controle. Portanto, se o PFE indica o grau de obstrução na via aérea naquele momento, podemos concluir que, através do TMI específico e exercícios respiratórios, podemos melhorar de forma mais efetiva o grau de obstrução da via aérea em crianças asmáticas.

Esses resultados estão de acordo com os de outros estudos que utilizaram o TMI específico em pacientes com fibrose cística e pacientes asmáticos adultos e observaram melhora da função pulmonar.^(24,25)

Não existem trabalhos realizados com programas de fisioterapia respiratória em crianças mostrando melhora significativa no PFE. No entanto, em um trabalho comparando o TMI e treinamento físico em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica, também foi encontrado um aumento da PFE nos grupos tratados, embora não estatisticamente significativo.⁽²⁶⁾

Uma revisão analítica da literatura sobre a intervenção educativa em asma na infância⁽²⁷⁾ mostrou que o tratamento clínico associado à intervenção

educativa leva à melhora das habilidades de auto-manejo da doença, melhora da sintomatologia e da função pulmonar em pacientes asmáticos, o que justifica a melhora do PFE nas crianças que não foram submetidas ao programa de fisioterapia respiratória. Não foi observada melhora da função muscular dessas crianças, uma vez que mantiveram valores abaixo do predito para a idade. Acredita-se que a otimização da força muscular respiratória seja responsável pela melhora significativa do grupo que realizou fisioterapia respiratória, na comparação pós-treinamento dos dois grupos.

Observou-se neste estudo que, após a intervenção, ocorreu melhora significativa nas variáveis de gravidade, como frequência de crises, atividades diárias, sintomas diurnos e noturnos e uso de medicamentos no grupo TMI. Esse resultado vai de encontro ao da maioria dos estudos, avaliando de forma isolada TMI e/ou exercícios respiratório no tratamento da asma.^(12,13) O programa de fisioterapia associando exercícios respiratórios e TMI foi efetivo em promover uma reorganização biomecânica e aperfeiçoar a função muscular, levando à melhora significativa do PFE e, conseqüentemente, das variáveis de gravidade. Além disso, revisão analítica da literatura sobre intervenção educativa em asma na infância⁽²⁷⁾ mostrou que o tratamento clínico associado à intervenção educativa leva à melhora das habilidades de auto-manejo da doença e à melhora da sintomatologia.

De acordo com o exposto, acredita-se que o TMI específico e exercícios respiratórios nas crianças asmáticas estudadas são efetivos como terapêutica coadjuvante no tratamento da asma, uma vez que tanto a $PI_{m\acute{a}x}$ quanto a $PE_{m\acute{a}x}$ aumentaram significativamente, proporcionando uma melhora da obstrução aérea, evidenciada através do PFE e das variáveis de gravidade.

Referências

1. Pianos PT, Davis HS. Determinants of physical fitness in children with asthma. *Pediatrics*. 2004;113(3 Pt 1):e225-9.
2. Weiner P, Berar-Yanay N, Davidovich A, Magadle R, Weiner M. Specific inspiratory muscle training in patients with mild asthma with high consumption of inhaled beta(2)-agonists. *Chest*. 2000;117(3):722-7.
3. Gorini M, Iandelli I, Misuri G, Bertoli F, Filippelli M, Mancini M, et al. Chest wall hyperinflation during acute bronchoconstriction in asthma. *Am J Respir Crit Care Med*. 1999;160(3):808-16.
4. Laghi F, Tobin MJ. Disorders of the respiratory muscles. *Am J Respir Crit Care Med*. 2003;168(1):10-48.

5. Barnabé V. Fisioterapia provoca broncoespasmo em pacientes asmáticos? [dissertation]. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1999.
6. Kurabayashi H, Machida I, Yoshida Y, Tamura J, Itoh K, Kubota K. Clinical analysis of breathing exercise during immersion in 38 degrees C water for obstructive and constrictive pulmonary diseases. *J Med.* 1999;30(1-2):61-6.
7. Cambach W, Chadwick-Straver RV, Wagenaar RC, van Keimpema AR, Kemper HC. The effects of a community-based pulmonary rehabilitation programme on exercise tolerance and quality of life: a randomized controlled trial. *Eur Respir J.* 1997;10(1):104-13.
8. Weiner P, Magadle R, Massarwa F, Beckerman M, Berar-Yanay N. Influence of gender and inspiratory muscle training on the perception of dyspnea in patients with asthma. *Chest.* 2002;122(1):197-201.
9. Sampaio LM, Jamami M, Pires VA, Silva AB, Costa D. Força muscular respiratória em pacientes asmáticos submetidos ao treinamento muscular respiratório e treinamento físico. *Rev. Fisioter Univ São Paulo.* 2002;9(2): 43-8.
10. Weiner P, Magadle R, Beckerman M, Weiner M, Berar-Yanay N. Comparison of specific expiratory, inspiratory, and combined muscle training programs in COPD. *Chest.* 2003;124(4):1357-64.
11. Weiner P, Azgad Y, Ganam R, Weiner M. Inspiratory muscle training in patients with bronchial asthma. *Chest.* 1992;102(5):1357-61.
12. Ram FS, Wellington SR, Barnes NC. Inspiratory muscle training for asthma. *Cochrane Database Syst Rev.* 2003;(4):CD003792.
13. Holloway E, Ram FS. Breathing exercises for asthma. *Cochrane Database Syst Rev.* 2004;(1):CD001277.
14. Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia. IV Diretrizes brasileiras para o manejo da asma. *J Bras Pneumol.* 2006;32(7):S447-S474.
15. Merkus PJ, ten Have-Opbroek AA, Quanjer PH. Human lung growth: a review. *Pediatr Pulmonol.* 1996;21(6):383-97.
16. Sociedade Brasileira de Alergia e Imunopatologia; Sociedade Brasileira de Pediatria; Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia. I Consenso Brasileiro no Manejo da Asma. São Paulo: BG Cultural; 1994. 42 p.
17. Black LF, Hyatt RE. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. *Am Rev Respir Dis.* 1969;99(5):696-702.
18. Wilson SH, Cooke NT, Edwards RH, Spiro SG. Predicted normal values for maximal respiratory pressures in caucasian adults and children. *Thorax.* 1984;39(7):535-8.
19. Vieira S. Introdução à bioestatística. 3rd ed. Rio de Janeiro: Compus; 1998.
20. Silva CS, Torres LA, Rahal A, Terra-Filho J, Vianna EO. Evaluation of a four-month program of physical training designed for asthmatic children. *J Bras Pneumol.* 2005; 31(4): 279-85.
21. Ramirez-Sarmiento A, Orozco-Levi M, Guell R, Barreiro E, Hernandez N, Mota S, et al. Inspiratory muscle training in patients with chronic obstructive pulmonary disease: structural adaptation and physiologic outcomes. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002;166(11):1491-7.
22. Sánchez Riera H, Montemayor Rubio T, Ortega Ruiz F, Cejudo Ramos P, Del Castillo Otero D, Elias Hernandez T, et al. Inspiratory muscle training in patients with COPD: effect on dyspnea, exercise performance, and quality of life. *Chest.* 2001;120(3):748-56.
23. Romer LM, McConnell AK. Specificity and reversibility of inspiratory muscle training. *Med Sci Sports Exerc.* 2003;35(2):237-44.
24. Enright S, Chatham K, Ionescu AA, Unnithan VB, Shale DJ. Inspiratory muscle training improves lung function and exercise capacity in adults with cystic fibrosis. *Chest.* 2004;126(2):405-11.
25. Weiner P, Azgad Y, Ganam R, Weiner M. Inspiratory muscle training in patients with bronchial asthma. *Chest.* 1992;102(5):1357-61.
26. Kunikoshita LN. Efeitos de três programas de fisioterapia respiratória em portadores de DPOC. 2006 [dissertation]. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 2006.
27. Santana LF, Bastos RC, Martinez-Silveira MS, Souza LS. Educational interventions for children with asthma: An analytical review of the literature *J Bras Pneumol.* 2005;31(5):445-58.