

Treinamento muscular inspiratório com incentivador a fluxo Respirom® no pós-operatório tardio de cirurgia cardíaca pode melhorar desfechos funcionais? Um estudo duplo-cego, randomizado e sham controlado

Does inspiratory muscle training with the flow-oriented incentive spirometer Respirom® on late postoperative cardiac surgery improve functional outcomes? A double-blind, randomized, sham-controlled study

SILVA, Paulo Eugênio¹; ALMEIDA, Karyna Martins Gomes²; DIAS, Vanesca de Santana²; ANDRADE, Flavio Maciel Dias de³; ALMEIDA, Mônica Lajana Oliveira⁴

Resumo

Introdução: Nos últimos anos, tem crescido o número de pacientes encaminhados para o programa de reabilitação cardiorrespiratória (PRCR). A adição do treinamento muscular inspiratório (TMI) ao PRCR vem demonstrando resultados significativos. Objetivo deste estudo foi avaliar a eficácia de um protocolo de TMI fluxo dependente (TMI-FD) realizado com um inspirômetro de incentivo sobre a pressão inspiratória máxima (PI_{max}) e parâmetros funcionais durante um PRCR. **Métodos:** Foi realizado um estudo prospectivo, randomizado, duplo-cego e controlado por grupo *sham*. Foram estudados pacientes no pós-operatório de cirurgia cardiovascular na fase III da reabilitação. Os sujeitos foram randomizados para grupo *sham* (GS) ou para grupo experimental (GE). Ambos realizaram um PRCR padrão; entretanto, o GS realizou TMI *sham*, enquanto o GE foi submetido ao TMI-FD. **Resultados:** A amostra final foi composta por 14 pacientes. Foram avaliadas a pressão inspiratória máxima (PI_{max}), distância percorrida do teste de caminhada de 6 minutos (TC6_{mim}) e a percepção de dispneia pelo escore de dispneia do medical research council (DS-MRC), antes e após quatro semanas de protocolo. Observou-se um aumento significativo da PI_{max} no GE, quando comparado ao GS [mediana (intervalo interquartil)] 110 cmH₂O (15) vs 80 cmH₂O (23); $p = 0,002$. Ocorreu um aumento significativo na distância percorrida no TC6 a favor do GE na análise intergrupos 525 m (83) vs 375 m (155); $p = 0,038$. Não foram verificadas diferenças significativas em relação ao DS-MRC, $p = 1$. **Conclusão:** O TMI-FD realizado com incentivador a fluxo Respirom® foi capaz de aumentar a PI_{max} e a distância percorrida no TC6_{mim}, quando associados ao PRCR convencional.

Palavras-chave: Exercícios respiratórios; Fisioterapia; Reabilitação; Procedimentos cirúrgicos cardiovasculares.

¹ Hospital Universitário de Brasília, Universidade de Brasília Faculdade de Educação Física; Brasília - DF. E-mail: pauloeugenio.bsb@gmail.com

² Discente do curso de pós-graduação em fisioterapia respiratória da Faculdade Social da Bahia, Itabuna - BA.

³ Universidade Católica de Pernambuco, Recife - PE.

⁴ Faculdade Ruy Barbosa, Salvador - BA.

Abstract

Background: Over the last years, the number of patients referred to cardiorespiratory rehabilitation programs (CRP) has been increasing. The addition of inspiratory muscle training (IMT) to CRP has been showing significant results. **Objective:** to evaluate the effects of a flow-dependent IMT protocol (FD-IMT) carried out with a flow-oriented incentive spirometer on the maximal inspiratory pressure (MIP) and functional parameters during a CRP. **Methods:** It was carried out a prospective double-blind, randomized, sham-controlled trial. Post-operative cardiac surgery patients on rehabilitation phase III were enrolled. The subjects were randomized to sham group (SG) or experimental group (EG). Both underwent a standard CRP; however the SG performed a sham IMT while the EG performed the FD-IMT protocol. **Results:** The sample was composed of 14 patients. Maximal inspiratory pressure, 6-minute walk test (6MWT) and dyspnoea sensation by the Medical Research Council score (DS-MRC) were measured before and after 4 weeks of protocol. It was detected a significant increase in MIP at EG when compared to SG [median (interquartile range)] [110 cmH₂O (15) vs 80 cmH₂O (23); p = 0.002]. There was a significant increase in 6MWT in favour of EG in the intergroup analysis [525 m (83) vs 375 m (155); p = 0.038]. It was not verified significant differences in DS-MRC, p=1. **Conclusion:** The FD-IMT carried out with the flow-oriented incentive spirometer Respirom[®] was effective to improve MIP and distance walked in the 6MWT when added to standard CRP.

Keywords: Breathing exercise; Physical therapy specialty; Rehabilitation; Cardiovascular surgical procedures.

Introdução

Nas últimas décadas, os procedimentos relacionados à cirurgia cardíaca têm avançado consideravelmente, resultando em menos complicações clínicas¹. Com o aumento da sobrevida desses indivíduos, a presença de alterações funcionais tem se tornado mais evidente. Por isso, após cirurgias cardíacas, os *guidelines* vêm recomendando fortemente a instituição de programas de reabilitação cardiorrespiratória (PRCR) para todos os pacientes^{2,3}.

A recomendação geral é que o PRCR seja composto por treinamento cardiorrespiratório em cicloergômetro ou esteira rolante e treinamento neuromuscular contra resistências⁴. Entretanto, vem ganhando força a recomendação para se adicionar ao PRCR o treinamento muscular inspiratório (TMI), mesmo em pacientes que tenham a PImax normal^{5,6,7}.

O TMI pode aumentar a performance destes pacientes porque retarda o aparecimento do metaborreflexo dos músculos inspiratórios⁸, aumenta a eficiência ventilatória^{9,10} e diminui a sensação de dispneia¹¹. O crescente número de publicações que suportam este tipo de terapêutica fez com que o TMI fosse recomendado em um importante *guideline* sobre o tema⁵.

Para a realização do treinamento muscular inspiratório, alguns dispositivos podem ser utilizados, os quais variam a forma como a carga é imposta aos músculos respiratórios. Comumente, a resistência pode ser empregada de forma fixa, utilizando equipamentos com válvula de limiar (Threshold IMT[®], Respironics, EUA; POWERBreathe[®], HaB International, UK) ou de maneira dinâmica por ajuste eletrônico (POWERBreathe Knectic Series[®], HaB International, UK) (Figura 1).

Recentemente, o fabricante do inspirômetro de incentivo a fluxo Respirom[®] graduou a carga gerada pela elevação das suas esferas, na tentativa de tornar mais objetiva a prescrição do TMI com este equipamento (Figura 2). Neste dispositivo, a geração da carga é fluxo dependente e, por isso, variável ao longo da inspiração.

Até o presente momento, a eficácia do TMI fluxo dependente (TMI-FD) realizado com este dispositivo não foi testada. Assim, o objetivo primário deste estudo foi avaliar a eficácia do TMI-FD realizado com o inspirômetro de incentivo Respiro[®], para o aumento da força muscular inspiratória.

Figura 1 | Equipamentos disponíveis no mercado para a realização do TMI.



A: equipamento com carga fixa por válvula de limiar; B: equipamento com carga dinâmica por ajuste eletrônico.

Figura 2 | Incentivador a fluxo Respiro[®] Athletic 1 para realização do TMI*.



*Carga gerada a fluxo e variável ao longo da inspiração

Métodos

Foi realizado um estudo prospectivo, randomizado, duplo-cego e controlado por grupo *sham*. Foi utilizada uma estratégia de randomização simples com sorteio do grupo. O protocolo foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa do Hospital Couto Maia, em cumprimento à declaração de Helsinki, sob o número de registro 429.104. Foram incluídos neste estudo pacientes maiores de 18 anos, no pós-operatório de cirurgia cardíaca, com nível cognitivo adequado, com capacidade de execução das manobras inspiratórias e realização dos exercícios propostos no PRCR. Pacientes com história de pneumotórax espontâneo, contraindicações para realização do programa de reabilitação

cardiorrespiratória e portadores de alterações osteomusculares com impacto na marcha foram excluídos.

Todos os sujeitos assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido, antes do início da pesquisa.

Os pacientes foram admitidos no PRCR, em uma clínica particular na cidade de Itabuna BA, após quatro semanas de cirurgia cardíaca. Os participantes foram randomizados, por meio de randomização simples com sorteio dos grupos, onde foram alocados para o grupo *sham* (GS) ou grupo experimental (GE). Ambos realizaram um PRCR padrão. Entretanto, o GS realizou TMI *sham* e o GE foi submetido a um protocolo de TMI-FD com o Respirom®, utilizando parâmetros adaptados de protocolos com dispositivos de válvula de limiar¹².

Avaliações e mensurações

Os pacientes foram avaliados, antes do início do programa e após quatro semanas de tratamento. Além dos dados antropométricos e clínicos, foram avaliadas as pressões inspiratórias máximas (PI_{max}), distância percorrida no teste de caminhada de 6 minutos (TC6mim) e a percepção de dispneia pelo escore de dispneia do medical research council (DS-MRC).

A PI_{max} foi mensurada de acordo com a recomendação da ATS¹³, utilizando um manovacuômetro analógico M120 (Globalmed, Brasil). O TC6mim foi conduzido em um corredor de 30 metros de acordo com a recomendação da ATS¹⁴. A avaliação do escore de dispneia foi realizada com a aplicação do questionário de múltipla escolha da MRC validado para a língua portuguesa.¹⁵

Programa de reabilitação cardiorrespiratória

O PRCR consistiu em treinos de *endurance* e de resistência, três vezes por semana. A duração das sessões variou de 60-90min, de acordo com a necessidade de recuperação de cada paciente; entretanto, todos realizaram a mesma quantidade e intensidades relativas de exercício. O treino de foi realizado em cicloergômetro com duração de 30 minutos, sendo a carga baseada na frequência cardíaca de reserva (com alvo em 70%) e pela escala de Borg modificada¹⁶, mantendo um nível entre 5 e 6. O treino neuromuscular foi realizado nos membros inferiores (extensão de joelho e plantiflexão) e nos membros superiores (flexão de cotovelo e elevação sagital de ombro), sendo realizadas duas séries com uma carga na qual o paciente fosse capaz de realizar de oito a dez repetições. No total, foram realizadas 12 sessões.

TMI-FD por meio do inspirômetro de incentivo a fluxo Respirom®

O GS realizou manobras inspiratórias com o Respirom® modelo Classic ou Athletic 1 (NCS do Brasil, Brasil), três vezes por semana, executando 30 inspirações profundas; porém, com o menor fluxo inspiratório, sem que nenhuma esfera fosse elevada durante a técnica. Isso foi denominado de TMI-*Sham*. O GE realizou as manobras inspiratórias com o inspirômetro de incentivo a fluxo Respirom® com inspirações profundas e com o maior pico de fluxo inspiratório possível, visando atingir uma carga equivalente a 50% da PI_{max}. Isso foi denominado TMI-FD. Este feedback foi dado de acordo com os valores estabelecidos pelo fabricante (Figura 3). Os pacientes do GE foram orientados a realizar 30 inspirações, duas vezes ao dia, sete dias por semana por quatro semanas. A progressão da carga foi realizada de acordo com a capacidade dos pacientes gerarem mais fluxo inspiratório. Uma vez estando com a musculatura mais forte, estes conseguiam gerar mais fluxo

e com isso maior carga. Desta forma, o percentual de 50% serviu como ponto de partida (meta mínima) e esta carga foi autorregulada pela melhora no fluxo de cada um. Os pacientes quando foram orientados a três esferas, o nível foi modificado.

Os indivíduos do GE realizaram as manobras inspiratórias sob supervisão de um profissional e, também, em suas casas sem supervisão.

Um grande desafio, neste tipo de estudo, é a taxa de adesão à conduta. Na tentativa de minimizar este fato, foi dada uma ficha aos participantes e estes assinalavam todas as vezes que faziam o exercício. Houve uma adesão de 87% no GE e 100% no GS. Os pacientes do GS realizaram as manobras, antes de iniciar as sessões, sob supervisão e, por isso, ocorreu uma maior taxa de adesão.

O programa de reabilitação foi conduzido por um único profissional o qual orientou os pacientes a realizarem o TMI-Sham ou TMI-FD. As avaliações foram realizadas de forma cega.

Figura 3 | Tabela de variação de carga de cada equipamento*

MEDIÇÕES RESPIRON Medidas em cm H₂O

NÍVEL	ESFERA	<i>kids</i>	<i>easy</i>	CLASSIC	<i>athletic 1</i>	<i>athletic 2</i>	<i>athletic 3</i>
Nível 0	Esfera 1	4	4	10	15	20	25
Nível 0	Esfera 2	5	5	12	20	30	40
Nível 0	Esfera 3	8	8	15	25	40	55
Nível 1	Esfera 1	5	5	15	25	40	55
Nível 1	Esfera 2	8	8	20	35	50	70
Nível 1	Esfera 3	12	12	25	45	60	85
Nível 2	Esfera 1	8	8	25	45	60	85
Nível 2	Esfera 2	12	12	28	55	70	100
Nível 2	Esfera 3	16	16	30	65	85	120
Nível 3	Esfera 1	12	12	30	65	85	120
Nível 3	Esfera 2	16	16	35	75	100	140
Nível 3	Esfera 3	20	20	40	90	120	190

OBS: Esses valores são aproximados, podendo variar de uma unidade para outra.

*Imagem extraída do manual do fabricante. Em destaque, um exemplo de paciente que utiliza o Respirom® modelo Athletic 1 que conseguiu elevar três esferas no nível 1 gera uma carga de aproximadamente 45 cmH₂O.

Análise estatística

Para testar a suposição de normalidade das variáveis envolvidas no estudo, foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk, onde foi demonstrada uma distribuição não paramétrica para PImax e TC6mim. A análise da homogeneidade dos grupos foi testada pelo teste exato de Fisher e pelo teste de Levene para variáveis categóricas e numéricas, respectivamente. Para análise das variáveis numéricas e categóricas ordinais, foi utilizado o teste de Wilcoxon (análises intragrupos) e o Teste de Mann-Whitney (análises intergrupos). Todas as conclusões foram tomadas ao nível de significância de 5%

e empregados os softwares SPSS versão 21 e Microsoft Office Excel 2010. O cálculo do tamanho da amostra foi realizado com software GPower com análise *post hoc*. As médias e desvios padrão da PImax, de ambos os grupos após o TMI, demonstram um *effect size* de 2,4 e utilizando um α de 0,05, produziram $\beta > 80\%$ com um n de sete sujeitos em cada grupo.

Resultados

Foram admitidos no PRCR 46 pacientes no período do estudo e 24 foram randomizadas; entretanto, apenas 14 pacientes foram analisados. Estes dados estão apresentados na Figura 4. A Tabela 1 apresenta a distribuição da amostra quanto ao sexo, tipo de cirurgia, idade, peso, altura e índice de massa corpórea (IMC), tempo de permanência na unidade de terapia intensiva (UTI) e hospitalar, bem como PImax e TC6mim, não sendo observadas diferenças significativas entre os grupos estudados.

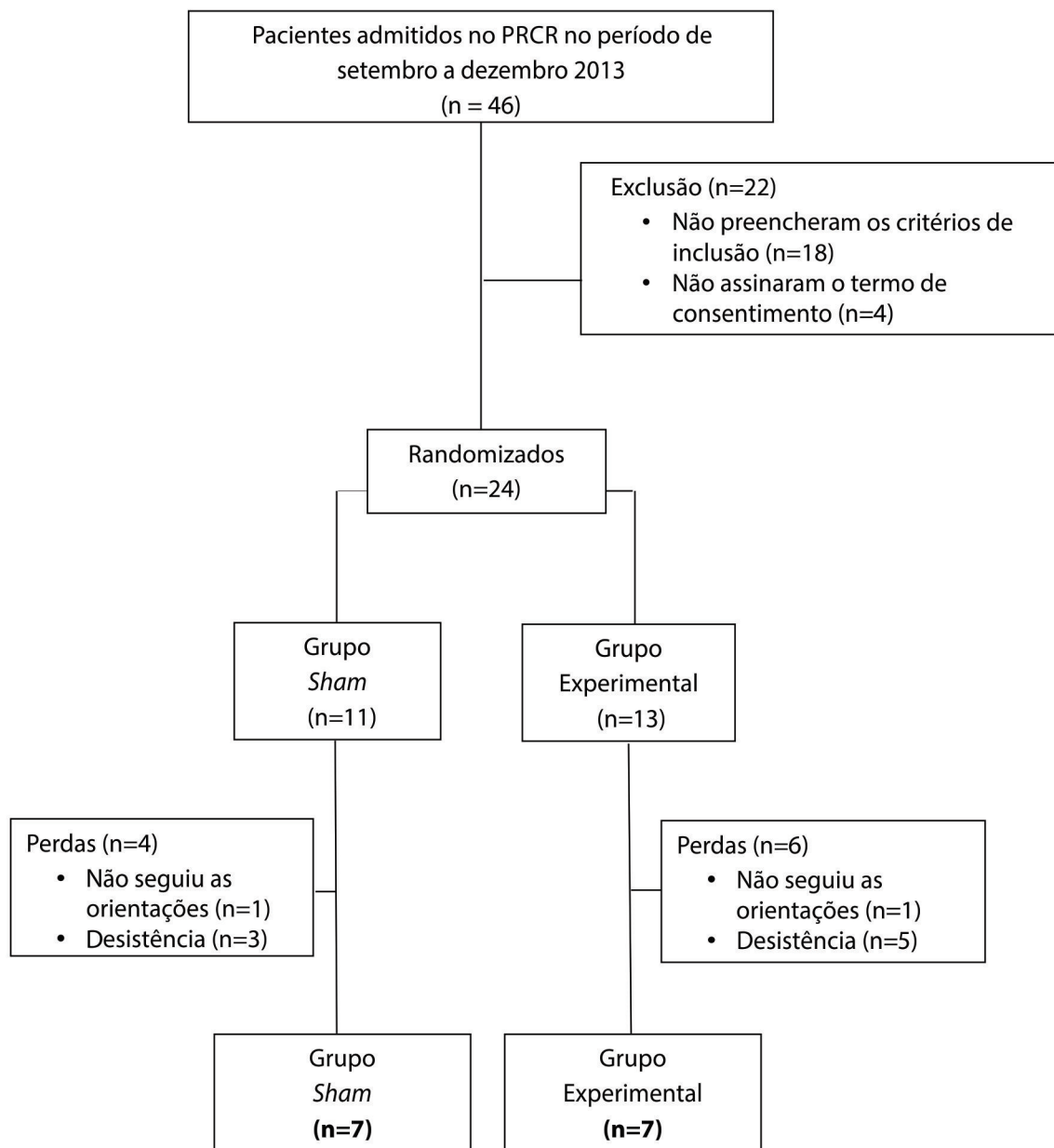
A comparação entre os valores de PImax, TC6mim e DS-MRC mensurados antes e depois do protocolo encontram-se na Tabela 2.

Tabela 1 | Caracterização da amostra quanto ao sexo, tipo de cirurgia, idade, peso, altura e índice de massa corpórea, tempo de permanência na unidade de terapia intensiva e hospitalar.

Variáveis	GS (n = 7)	GE (n = 7)	P
Sexo, n			
Feminino	3	1	0,55*
Masculino	4	6	
Tipo de cirurgia, n			
Troca de válvula	1	2	1,00*
Revascularização do miocárdio	6	5	
Idade, anos; média (±DP)	56 (± 15)	54 (± 21)	0,83 [¶]
Peso, Kg; média (±DP)	60 (± 10)	70 (± 13)	0,12 [¶]
Altura, m; média (±DP)	1,61 (± 0,10)	1,66 (± 0,04)	0,23 [¶]
IMC, Kg/m²; média (±DP)	23,0 (± 2,7)	25,0 (± 4,3)	0,26 [¶]
Permanência na UTI, dias; média (±DP)	3 (± 1)	3 (± 1)	0,39 [¶]
Permanência hospitalar, dias; média (±DP)	5 (± 9)	6 (± 9)	1,00 [¶]
PImax, cmH₂O; mediana (IIQ 25%-75%); [%predito]	80 (60-80); [77%]	90 (80-90); [89%]	0,36 [¶]
TC6mim, m; mediana (IIQ 25%-75%); [%predito]	365 (340-480); [68%]	465 (427-495); [79%]	0,42 [¶]

GS: grupo *sham*; GE: grupo experimental; n: número; DP: desvio padrão; IMC: índice de massa corpórea; UTI: unidade de terapia intensiva; PImax: pressão inspiratória máxima; IIQ: intervalo interquartilico; TC6min: teste de caminhada de 6 minutos. * teste exato de Fisher; [¶] Levene's Test.

Figura 4 | Diagrama de fluxo do estudo.



Critérios de inclusão: pacientes maiores de 18 anos, no pós-operatório de cirurgia cardíaca, nível cognitivo adequado com capacidade de execução das manobras inspiratórias e dos exercícios propostos no PRCR. Critérios de exclusão: história de pneumotórax espontâneo, contraindicações para realização do programa de reabilitação cardiorrespiratória, alterações osteomusculares com impacto na marcha.

Tabela 2 | Valores de P_Imax, TC6m e DS-MRC mensurados antes e ao final da quarta semana de estudo.

Variáveis	GS (n=14)	GE (n=14)	P [¶]
P_Imax			
Antes, cmH ₂ O;	80 (60-80); [89%]	90 (80-90); [94%]	
Depois, cmH ₂ O	80 (60-80); [89%]	110 (90-110); [116%]	p = 0,002
Δ, cmH₂O	0	20	
p*	p = 0,78	p = 0,014	
TC6min			
Antes, m	365 (340-480); [62%]	465 (427-495); [79%]	
Depois, m	375 (355-510); [64%]	525 (447-540); [90%]	p = 0,042
Δ, m	10	60	
p*	p = 0,06	p = 0,038	
DS-MRC			
Antes	1	1	p = 0,4
Depois	1	1	p = 1,00
p*	p = 1,00	p = 1,00	

GS: grupo *sham*; GE: grupo experimental. P_Imax: pressão inspiratória máxima; TC6min: teste de caminhada de 6 minutos; Δ: variação antes e depois. DS-MRC: escore de dispneia do *Medical Research Council*; *teste de Wilcoxon; ¶teste de Mann-Whitney. Todos os valores estão descritos em mediana e (intervalo interquartilico 25%-75%); [% do previsto], com exceção dos valores da P_Imax que estão descritos em módulo.

Discussão

O presente estudo demonstrou que TMI-FD realizado com o inspirômetro de incentivo a fluxo Respirom[®] é capaz de aumentar a força muscular inspiratória e a distância percorrida no TC6min na população estudada. Nós não encontramos estudo de TMI conduzido com incentivadores a fluxo neste tipo de população.

Os inspirômetros de incentivo a fluxo têm sido utilizados, principalmente com o objetivo de expansão pulmonar e conseqüentemente diminuição das complicações respiratórias no pós-operatório de cirurgias torácicas e abdominais¹⁷. Entretanto, não há evidências que suportem a sua utilização neste contexto. Uma revisão sistemática concluiu que a utilização destes dispositivos não é capaz de reduzir a incidência de complicações pulmonares como pneumonias e atelectasias¹⁸. Uma vez que os inspirômetros de incentivo não auxiliam na oferta do fluxo inspiratório aos pacientes. É compreensível que não tenham eficácia sob prevenção ou tratamento de atelectasias.

Para viabilizar o TMI-FD com o Respirom[®], faz-se necessária a realização de padrões inspiratórios específicos: inspirações com o maior fluxo possível, com variação de volume pulmonar a partir do volume residual até a capacidade pulmonar total. Este tipo de padrão inspiratório (rápido e profundo proporciona maior resistência e maior amplitude de movimento dos músculos inspiratórios) Isso porque o equipamento depende do fluxo inspiratório para a geração de carga. Além disso, o ganho de potência muscular inspiratória deve ser a valência objetivada com o TMI, para promover ganhos de capacidade física¹². A definição do protocolo empregado neste estudo baseou-se em pesquisas que utilizaram equipamentos com válvula de limiar^{12,19}. Variáveis como percentual da carga empregada, volume de treinamento (número de contrações, número de sessões por dia e por semana), bem como a forma de execução (inspirações lentas ou rápidas) são variáveis que definem a resposta ao treinamento²⁰. Além disso, existe um tempo biológico, para que estas respostas ao treinamento ocorram. Os músculos inspiratórios respondem ao treinamento de maneira similar aos músculos dos membros^{12,21}. Mudanças na força muscular ocorrem dentro de duas semanas de treinamento específico e estas são atribuídas às adaptações neurais²². A hipertrofia se torna evidente a partir da terceira semana¹² e treinos mantidos por quatro semanas são capazes de aumentar a espessura do diafragma de 8 a 12%²³. As evidências apontam que programas de treinamento com cargas fixas, variando entre 50 a 70% da P_Imax, uma a três vezes por dia, com 30 repetições por sessão (\approx 3 minutos), por 5 a 7 dias por semana e executadas ao nível máximo do pico de fluxo inspiratório, promovem resultados mais expressivos^{12,24}. Este tipo de protocolo com cargas mais elevadas e menos repetições parece ser seguro e viável até para pacientes com insuficiência cardíaca. O último consenso da *European Society of Cardiology* sobre reabilitação cardiorrespiratória recomenda um protocolo similar, com cargas fixas, podendo alcançar até 60% da P_Imax⁵.

O GE apresentou ganho absoluto de 20 cmH₂O, ou seja 24%, na P_Imax ao final do estudo. Aumentos absolutos de P_Imax de 12 cmH₂O, após um programa de TMI, foram suficientes para promover diferença mínima clinicamente importante em pacientes com DPOC²⁵. Em indivíduos saudáveis, Romer et al.¹² estabeleceram um aumento relativo de 20% na P_Imax para considerar um ganho efetivo. Em pacientes no pós-operatório de cirurgia cardíaca, este valor ainda não foi estabelecido.

Foi encontrada diferença estatisticamente significativa na distância percorrida no TC6mim do GE, na comparação intra e intergrupos. Estes achados corroboram com estudos em pacientes com insuficiência cardíaca⁹ e pacientes com DPOC²⁶. Apesar do TC6mim não ser a melhor ferramenta para avaliar o impacto do TMI na capacidade funcional, sendo a avaliação da cinética de O₂, com teste de carga constante, o teste mais acurado para tal²⁷, foi possível detectar aumento significativo nesta variável. O TC6mim, por ser um teste submáximo, relaciona-se com os limiares ventilatórios, os quais são afetados positivamente pelo TMI. O TMI promove maior eficiência ventilatória⁹ e diminuição do consumo de O₂ pelos músculos inspiratórios¹⁰, levando o indivíduo a permanecer mais tempo em testes submáximos²⁷. Além disso, o retardo no surgimento do metaborreflexo dos músculos inspiratórios pode ter auxiliado na melhora da performance⁸. Resultados preliminares do IMTCO Study²⁸ apresentados na conferências da ATS em 2014, o qual realizou o TMI com dispositivo de carga dinâmica por ajuste eletrônico demonstrou ganho significativo no TC6mim, após oito semanas de tratamento em pacientes com DPOC²⁹.

As P_Imax tanto do GS quanto do GE encontram-se acima da zona crítica, para se considerar presença de fraqueza dos músculos inspiratórios, < 70% do previsto^{30,31}. É comum só se instituir o TMI

em pacientes com fraqueza dos músculos inspiratórios. Entretanto, mesmo em atletas de elite com P_Imax normais, o TMI pode promover impacto na performance física global^{10, 32, 33}. Similarmente, o presente estudo demonstrou que mesmo pacientes com a P_Imax normal podem apresentar ganhos significativos na distância percorrida no TC6mim com a adição do TMI ao PRCR.

O DS-MRC falhou em demonstrar melhora na percepção do esforço. É possível que este fato tenha ocorrido pelas características da amostra: indivíduos sem queixa de dispneia aos esforços moderados (nível 1 da DS-MRC). A escala de percepção de esforço de Borg¹⁶, realizada durante um teste de carga constante, é mais sensível para detectar a melhora na percepção de esforço em indivíduos sem queixas de dispneia³².

Uma vantagem deste estudo foi demonstrar a eficácia de um equipamento que, atualmente, tem sua aplicabilidade questionada. A principal limitação foi o número reduzido de sujeitos alocados em cada grupo. Apesar do número adequado para avaliação da resposta sobre a P_Imax, é necessário um maior número de indivíduos para detectar variações com maior poder estatístico no TC6mim. Além disso, não foi realizada uma validação externa do equipamento, foi levada em consideração apenas a descrição do fabricante. Estudos futuros devem tentar realizar a validação externa do equipamento e assim comparar a eficácia do TMI realizado com diferentes tecnologias: carga variável a fluxo; carga fixa com válvula de limiar e carga variável por ajuste eletrônico.

Conclusões

O TMI-FD realizado com incentivador a fluxo Respirom[®] foi capaz de aumentar a P_Imax e a distância percorrida no TC6mim, quando associado ao PRCR convencional. Mais ensaios clínicos randomizados e controlados precisam ser conduzidos, para testar a validade externa da atual pesquisa e contrapor seus resultados.

Referências

1. Barros GF, Santos Cda S, Granado FB, Costa PT, Límaco RP, Gardenghi G. Respiratory muscle training in patients submitted to coronary arterial bypass graft. *Rev Bras Cir Cardiovasc*. 2010 Oct;25(4):483-90.
2. Hillis LD, Smith PK, Anderson JL, Bittl JA, Bridges CR, Byrne JG et al. 2011 ACCF/AHA Guideline for Coronary Artery Bypass Graft Surgery: executive summary: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *Circulation*. 2011 Dec 6;124(23):2610-42.
3. Smith SC Jr, Benjamin EJ, Bonow RO, Braun LT, Creager MA, Franklin BA et al. AHA/ACCF Secondary Prevention and Risk Reduction Therapy for Patients with Coronary and other Atherosclerotic Vascular Disease: 2011 update: a guideline from the American Heart Association and American College of Cardiology Foundation. *Circulation*. 2011 Nov 29;124(22):2458-73.
4. Sociedade Brasileira de Cardiologia. Diretriz de Reabilitação Cardíaca. *Arq Bras Cardiol*. 2005;84(5):431-440.
5. Piepoli MF, Conraads V, Corrà U, Dickstein K, Francis DP, Jaarsma T et al. Exercise training in heart failure: from theory to practice. A consensus document of the Heart Failure Association and the European Association for Cardiovascular Prevention and Rehabilitation. *Eur J Heart Fail*. 2011 Apr;13(4):347-57.

6. Montemezzo D, Fregonezi GA, Pereira DA, Britto RR, Reid WD. Influence of inspiratory muscle weakness on inspiratory muscle training responses in chronic heart failure patients: a systematic review and meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil.* 2014 Jul;95(7):1398-407.
7. Plentz RD, Sbruzzi G, Ribeiro RA, Ferreira JB, Dal Lago P. Inspiratory muscle training in patients with heart failure: meta-analysis of randomized trials. *Arq Bras Cardiol.* 2012 Aug;99(2):762-71.
8. Chiappa GR, Roseguini BT, Vieira PJ, Alves CN, Tavares A, Winkelmann ER, et al. Inspiratory muscle training improves blood flow to resting and exercising limbs in patients with chronic heart failure. *J Am Coll Cardiol.* 2008 Apr;51(17):1663-71.
9. Lin SJ, McElfresh J, Hall B, Bloom R, Farrell K. Inspiratory muscle training in patients with heart failure: a systematic review. *Cardiopulm Phys Ther J.* 2012 Sep;23(3):29-36.
10. Turner LA, Tecklenburg-Lund SL, Chapman RF, Stager JM, Wilhite DP, Mickleborough TD. Inspiratory muscle training lowers the oxygen cost of voluntary hyperpnea. *J Appl Physiol* (1985). 2012 Jan;112(1):127-34.
11. Laoutaris ID, Dritsas A, Brown MD, Manginas A, Kallistratos MS, Chaidaroglou A et al. Effects of inspiratory muscle training on autonomic activity, endothelial vasodilator function, and N-terminal pro-brain natriuretic peptide levels in chronic heart failure. *J Cardiopulm Rehabil Prev.* 2008 Mar-Apr;28(2):99-106.
12. Romer LM, McConnell AK. Specificity and reversibility of inspiratory muscle training. *Med Sci Sports Exerc.* 2003 Feb;35(2):237-44.
13. American Thoracic Society/European Respiratory Society. ATS/ERS Statement on respiratory muscle testing. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002 Aug 15;166(4):518-624.
14. Brooks D, Solway S, Gibbons WJ. ATS statement on six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med.* 2003 May 1;167(9):1287.
15. Kovelis D, Segretti NO, Probst VS, Lareau SC, Brunetto AF, Pitta F. Validation of the Modified Pulmonary Functional Status and Dyspnea Questionnaire and the Medical Research Council scale for use in Brazilian patients with chronic obstructive pulmonary disease. *J Bras Pneumol.* 2008 Dec;34(12):1008-18.
16. Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc.* 1982;14(5):377-81.
17. Carvalho CR, Paisani DM, Lunardi AC. Incentive spirometry in major surgeries: a systematic review. *Rev Bras Fisioter.* 2011 Sep-Oct;15(5):343-50.
18. do Nascimento Junior P, Módolo NS, Andrade S, Guimarães MM, Braz LG, El Dib R. Incentive spirometry for prevention of postoperative pulmonary complications in upper abdominal surgery. *Cochrane Database Syst Rev.* 2014 Feb 8;2:CD006058.
19. Caine MP, McConnell AK. The inspiratory muscles can be trained differentially to increase strength or endurance using a pressure threshold, inspiratory muscle training device [abstract]. *Abstracts of the ERS Annual Congress.* 1998. p. 58.
20. Sale DG. Neural adaptation to resistance training. *Med Sci Sports Exerc.* 1988 Oct;20(5 Suppl):S135-45.
21. Seynnes OR, de Boer M, Narici MV. Early skeletal muscle hypertrophy and architectural changes in response to high-intensity resistance training. *J Appl Physiol.* 2007 Jan;102(1):368-73.

22. Jones DA, Rutherford OM, Parker DF. Physiological changes in skeletal muscle as a result of strength training. *Q J Exp Physiol*. 1989 May;74(3):233-56.
23. Downey AE, Chenoweth LM, Townsend DK, Ranum JD, Ferguson CS, Harms CA. Effects of inspiratory muscle training on exercise responses in normoxia and hypoxia. *Respir Physiol Neurobiol*. 2007 May 14;156(2):137-46.
24. McConnell AK, Romer LM. Respiratory muscle training in healthy humans: resolving the controversy. *Int J Sports Med*. 2004 May;25(4):284-93.
25. Sánchez Riera H, Montemayor Rubio T, Ortega Ruiz E, 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 Sep;120(3):748-56.
26. Hill K, Jenkins SC, Philippe DL, Cecins N, Shepherd KL, Green DJ et al. High-intensity inspiratory muscle training in COPD. *Eur Respir J*. 2006 Jun;27(6):1119-28.
27. Illi SK, Held U, Frank I, Spengler CM. Effect of respiratory muscle training on exercise performance in healthy individuals: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med*. 2012 Aug 1;42(8):707-24.
28. Charususin N, Gosselink R, Decramer M, McConnell A, Saey D, Maltais F et al. Inspiratory muscle training protocol for patients with chronic obstructive pulmonary disease (IMTCO study): a multicentre randomised controlled trial. *BMJ Open*. 2013 Aug 5;3(8). pii: e003101.
29. Charususin N, Langer D, Gosselink R. Effect of inspiratory muscle training on breathing pattern during whole body exercise in patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) [abstract]. *American Thoracic Society International Conference Abstracts*. 2014. p. A4160.
30. Hammond MD, Bauer KA, Sharp JT, Rocha RD. Respiratory muscle strength in congestive heart failure. *Chest*. 1990 Nov;98(5):1091-4.
31. Harik-Khan RI, Wise RA, Fozard JL. Determinants of maximal inspiratory pressure. The Baltimore Longitudinal Study of Aging. *Am J Respir Crit Care Med*. 1998 Nov;158(5 Pt 1):1459-64.
32. Romer LM, McConnell AK, Jones DA. Effects of inspiratory muscle training on time-trial performance in trained cyclists. *J Sports Sci*. 2002 Jul;20(7):547-62.
33. Romer LM, Polkey MI. Exercise-induced respiratory muscle fatigue: implications for performance. *J Appl Physiol* (1985). 2008 Mar;104(3):879-88.

Submissão em: 24/1/2015

Aceito em: 14/5/2015