

# Treinamento muscular inspiratório em pacientes com insuficiência cardíaca: estudo de caso

## *Inspiratory muscle training for patients with heart failure: a case study*

Daniela Diello Granville<sup>1</sup>, Paula Girardi Grünewald<sup>1</sup>, Camila Pereira Leguisamo<sup>2</sup>  
Colaborador: Leonardo Calegari<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Fisioterapeutas

<sup>2</sup> Fisioterapeuta; Profa. Ms. de Fisioterapia Geriátrica e Gerontológica do Curso de Fisioterapia da UPF (Universidade de Passo Fundo, RS)

<sup>3</sup> Fisioterapeuta; Prof. Ms. de Fundamentos Fisiológicos e Metabólicos do Curso de Fisioterapia da UPF

### ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA

Daniela D. Granville  
R. Capitão Eleutério 213 apto. 501  
99010-060 Passo Fundo RS  
e-mail:  
daninhagranville@yahoo.com.br

Trabalho de conclusão do Curso de Graduação em Fisioterapia apresentado à UPF pelas autoras 1 em novembro de 2006, sob orientação de C. P. Leguisamo.

### APRESENTAÇÃO

dez. 2006

ACEITO PARA PUBLICAÇÃO  
ago. 2007

**RESUMO:** A insuficiência cardíaca (IC) pode ser definida como uma síndrome clínica complexa, caracterizada pela incapacidade de o coração ejetar quantidade suficiente de sangue para atender às necessidades metabólicas dos diferentes tecidos. Pacientes com IC podem apresentar força muscular inspiratória diminuída, o que contribui para os sintomas de fadiga e dispnéia observados durante o esforço ou na realização das atividades de vida diária. Este estudo de caso teve por objetivo verificar a influência do treinamento muscular inspiratório (TMI) em três pacientes com diagnóstico clínico de IC, que foram avaliados no pré e pós-treinamento por manovacuometria, ergoespirometria e os índices de Base (IBD) e de Transição de Dispnéia (ITD). O TMI foi realizado durante 12 semanas, 7 vezes por semana com 30 minutos de duração e incremento semanal de carga de 30% da pressão inspiratória máxima (P<sub>Imáx</sub>). Ao final do TMI, constatou-se aumento da P<sub>Imáx</sub> e melhora na pontuação do IBD e ITD nos três pacientes. A melhora da intolerância ao esforço, representada pela redução do duplo produto, da frequência cardíaca e o aumento no tempo de teste foi verificada em dois pacientes. Não houve alterações no consumo máximo de oxigênio e a ventilação foi reduzida em um dos pacientes. Conclui-se que, nos pacientes com IC estudados, o TMI aumenta a força muscular inspiratória, reduz a dispnéia durante as atividades de vida diária e melhora a tolerância ao esforço.

**DESCRIPTORES:** Estudos de casos; Exercícios respiratórios; Insuficiência cardíaca congestiva/reabilitação; Terapia por exercício

**ABSTRACT:** Heart failure (HF) may be defined as a complex clinical syndrome wherein the heart is unable to eject enough blood so as to meet the diverse tissues metabolic demands. HF patients may present inspiratory muscle weakness, which adds up to the symptoms of fatigue and dyspnoea felt during exertion or daily life activities. This case study aimed at assessing the effect of inspiratory muscle training (IMT) in three HF-diagnosed patients. Patients were evaluated before and after training by means of vacuometry, cardiopulmonary exercise testing, and baseline and transition dyspnoea indexes. IMT was done daily for 30 minutes for 12 weeks, with weekly increase of training load to 30% of peak inspiratory pressure. Training was found to increase peak inspiratory pressure and improve dyspnoea indexes scores in all three patients. Exertion intolerance, as measured by reduced heart frequency and longer testing time, was reduced in two patients. There was no change in peak oxygen uptake and one patient had lowered ventilation. IMT hence proved to increase respiratory muscle strength, to lessen dyspnoea during usual activities and to better exertion tolerance in HF patients.

**KEY WORDS:** Breathing exercises; Case studies; Exercise therapy; Heart failure, congestive/rehabilitation

## INTRODUÇÃO

A insuficiência cardíaca (IC) é definida pela incapacidade do coração em bombear sangue suficiente para suprir a demanda metabólica do organismo, em repouso ou esforço físico<sup>1</sup>, sendo caracterizada por dispnéia e intolerância ao esforço<sup>2</sup>. Essa intolerância ao esforço não se deve somente ao déficit cardíaco e pulmonar, mas também às alterações presentes na musculatura periférica<sup>3</sup>, que envolvem a musculatura respiratória<sup>4</sup>. Estudos mostram que pacientes com IC têm força muscular inspiratória e expiratória reduzidas; a fraqueza muscular inspiratória é estreitamente ligada à dispnéia presente durante as atividades de vida diária<sup>5,6,7</sup>. Essa fraqueza da musculatura inspiratória pode contribuir para o aumento da morbidade na IC<sup>6</sup>.

Por outro lado, pacientes com IC podem alcançar alívio dos sintomas de dispnéia, melhora da função muscular respiratória e redução da intolerância ao esforço por meio de treinamento isolado da musculatura respiratória<sup>4</sup>. O treinamento muscular inspiratório (TMI) tem um importante efeito sobre as anormalidades funcionais e do sistema respiratório, que se caracteriza pela melhora da capacidade ao exercício e da qualidade de vida, em pacientes com IC e fraqueza muscular inspiratória<sup>8</sup>.

Uma vez que a IC é uma doença limitante, podendo motivar importante fraqueza muscular inspiratória, torna-se importante verificar a influência do treinamento muscular inspiratório nesses pacientes. Para tanto, este estudo apresenta três casos de pacientes que foram submetidos a um programa fisioterapêutico domiciliar de treinamento muscular inspiratório.

## METODOLOGIA

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade de Passo Fundo, tendo os pacientes assinado um termo de consentimento

livre e esclarecido. Foram avaliados inicialmente cinco pacientes, oriundos do ambulatório de Cardiologia do Hospital São Vicente de Paula (Passo Fundo, RS), dos quais dois foram excluídos devido à ausência de fraqueza muscular inspiratória e desistência em participar da pesquisa. Assim, a amostra foi composta por três pacientes, dois do sexo masculino e um do sexo feminino, com idades de 55, 58 e 62 anos, com diagnóstico clínico de insuficiência cardíaca. Os critérios de inclusão foram P<sub>Imáx</sub> menor que 70% do previsto e estabilidade clínica determinada pela ausência de hospitalização nos últimos 3 meses.

## Materiais

Foram utilizados: um manovacuômetro (Comercial Médica®) calibrado em cmH<sub>2</sub>O com limite operacional de  $\pm 120$  cmH<sub>2</sub>O; três aparelhos de treino da musculatura inspiratória (Threshold® IMT) com variação de carga de 7 a 41 cmH<sub>2</sub>O; uma esteira rolante (Imbramed® ATL 10000); e um analisador de gases expirados (software Ergo PC Elite® VO 2000).

## Procedimentos

Para cada paciente foi preenchida uma ficha de avaliação detalhada, contendo nome, sexo, data de nascimento, endereço, telefone, profissão, presença de doenças respiratórias, história de tabagismo; nela se registraram também os valores de P<sub>Imáx</sub>, dos índices de dispnéia e da ergoespirometria, avaliados antes e após o treinamento.

A força muscular inspiratória foi avaliada por meio de manovacuumetria e medida a partir da capacidade residual funcional CRF. O manovacuumetro foi acoplado a um bucal; para evitar escape de ar durante o teste, foi utilizado um clipe nasal e, ao tubo do aparelho, foi conectada uma peça com orifício de 2 mm para dissipar as pressões geradas pela musculatura da face e da orofaringe. O paciente foi orientado a realizar três

manobras com intervalos de um minuto, sendo considerada a maior medida. Os valores obtidos foram comparados aos valores previstos por Neder *et al.*<sup>9</sup>, relacionados à idade e ao sexo.

A capacidade funcional foi avaliada por meio de teste ergoespirométrico, realizado em esteira rolante, utilizando-se o protocolo de Naughton<sup>10</sup>. A verificação da pressão arterial, a quantificação subjetiva da percepção ao esforço (pela escala de Borg) e a dispnéia (escala de Borg modificada) foram registradas em intervalos de três minutos.

Avaliou-se o nível de dispnéia por meio do Índice de Base de Dispnéia<sup>11</sup>, composto por três categorias – prejuízo funcional, magnitude da tarefa e magnitude do esforço – que descrevem atividades de vida diária e a percepção de dispnéia do paciente para realizá-las. A cada categoria se atribui um valor numa escala que varia de zero (prejuízo muito grave) a 4 (sem prejuízo). A soma dos escores nessas três categorias pode variar de zero a 12, sendo que quanto menor a pontuação, maior a gravidade da dispnéia. O teste do índice foi lido para cada paciente, que apontava o item que representava sua condição atual. Após o treinamento, as mudanças observadas no Índice de Base de Dispnéia (IBD) foram quantificadas pelo Índice Transacional de Dispnéia<sup>11</sup> (ITD), composto pelas mesmas categorias do índice anterior, mas cuja soma varia de -9 (grande deterioração) a +9 (grande melhora).

O TMI foi realizado durante 12 semanas com um aparelho Threshold, 7 vezes por semana, com duração total de 30 minutos (15 minutos pela manhã e 15 minutos à tarde). Semanalmente o treinamento foi supervisionado, com mensuração da P<sub>Imáx</sub> de repouso para o incremento da carga, que era aumentada no aparelho de acordo com o aumento na mensuração, calculando-se 30% da P<sub>Imáx</sub> de repouso e acompanhando a evolução do paciente.

## RESULTADOS

Paciente 1: do sexo feminino, aposentada, 62 anos, 169 cm de altura, 52 kg, com diagnóstico clínico de miocardiopatia dilatada; disfunção contrátil ventricular esquerda de grau importante; disfunção diastólica ventricular esquerda por déficit de relaxamento e complacência da câmara; regurgitação mitral de grau leve; regurgitação aórtica de grau mínimo; e ectasia aórtica, tendo fração de ejeção do ventrículo esquerdo de 36% e classe funcional II de acordo com a New York Heart Association (NYHA). A paciente usa as seguintes medicações: inibidor da enzima conversora de angiotensina (ECA), betabloqueador e espironolactona. Não tem história pregressa de tabagismo ou de doenças respiratórias.

Paciente 2: do sexo masculino, representante comercial, 58 anos, 174 cm de altura, 73 kg, com diagnóstico clínico de miocardiopatia dilatada de ventrículo esquerdo e distúrbio ventilatório obstrutivo severo. Apresenta fração de ejeção do ventrículo esquerdo de 35% e classe funcional II de acordo com a NYHA. O paciente usa as seguintes medicações: inibidor da ECA, betabloqueador, diurético, espironolactona, seretide e espiriva. Possui história pregressa de tabagismo de 30 anos (1 maço/dia), sendo ex-tabagista há 4 anos.

Paciente 3: do sexo masculino, aposentado, 55 anos, 170 cm de altura, 72 Kg, com diagnóstico clínico de insuficiência mitral de grau moderado; o ventrículo esquerdo (VE) apresenta hipocinesia difusa grave, com dilatação importante e déficit acentuado da função global; tem fração de ejeção do VE de 11% e classe funcional III de acordo com a NYHA. O paciente usa as seguintes medicações: inibidor da ECA, betabloqueador, diurético, espironolactona, digital e anticoagulante. Tem história pregressa de tabagismo de 20 anos (3 a 4 cigarros/dia), ex-tabagista há 15 anos.

O paciente 3 não teve alterações no eletrocardiograma de repouso mas, quando colocado em adaptação na esteira (2 minutos), ocorreram focos ectópicos, evidenciando contra-indicação absoluta para a realização do teste ergoespirométrico. Desse modo, a importante fraqueza muscular inspiratória apresentada pelo paciente determinou sua inclusão no treinamento sem a realização do teste ergoespirométrico.

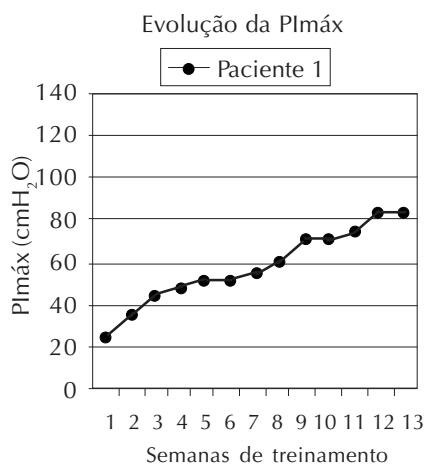
### Força muscular inspiratória

A evolução da Plmáx da paciente 1 pode ser vista no Gráfico 1. Na primeira mensuração a paciente teve valor de -24cmH<sub>2</sub>O, o que representa 30% do valor previsto (-80 cmH<sub>2</sub>O). Os valores encontrados nas 12 semanas seguintes foram gradualmente mais

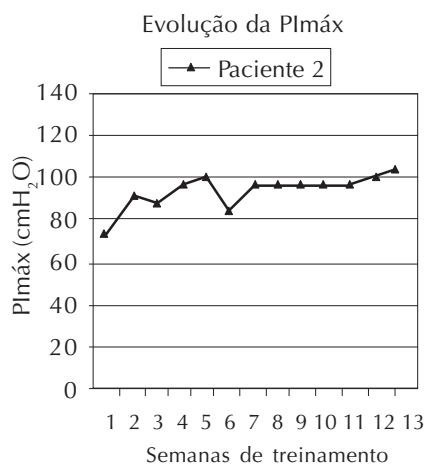
elevados, tendo a paciente alcançado -84 cmH<sub>2</sub>O na última semana, ou seja, 105% do valor previsto para sua idade – um aumento de 250% na Plmáx, comparando os dados obtidos antes e após o treinamento.

A evolução da Plmáx do paciente 2 pode ser constatada no Gráfico 2. Na primeira medição o paciente teve -72 cmH<sub>2</sub>O, representando 66% do valor previsto (-108 cmH<sub>2</sub>O). Os valores se elevaram nas semanas seguintes, alcançando -100 cmH<sub>2</sub>O na 5ª semana; baixaram na 6ª (-84 cmH<sub>2</sub>O), voltando a elevar-se, mantendo-se em -96 cmH<sub>2</sub>O por cinco semanas e atingindo -104 cmH<sub>2</sub>O na última. O paciente alcançou assim 96% do valor previsto para sua idade, tendo tido um aumento de 44% quando comparado aos dados anteriores ao treinamento.

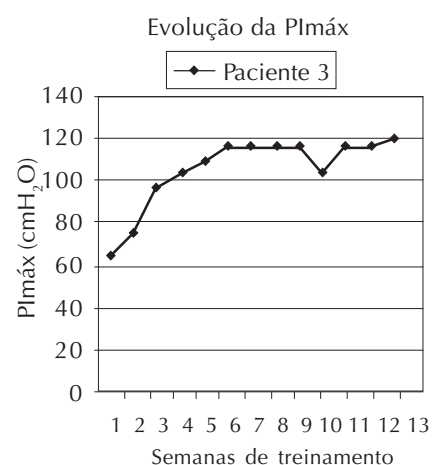
A evolução da Plmáx do paciente 3 pode ser vista no Gráfico 3. Na primeira mensuração o paciente teve -64cmH<sub>2</sub>O, o que representa 58% do valor previsto (-111 cmH<sub>2</sub>O). Sua Plmáx elevou-se acentuadamente até a 6ª semana, quando alcançou -116 cmH<sub>2</sub>O, valor este que se manteve, com pequena variação, quase até o final do treinamento, quando atingiu -120 cmH<sub>2</sub>O, o que corresponde a 109% do valor previsto para sua idade e a um aumento de 87,5% na Plmáx, comparando-se os dados obtidos no pré e pós-treinamento.



**Gráfico 1** Evolução da Plmáx da paciente 1 ao longo das 14 semanas do TMI



**Gráfico 2** Evolução da Plmáx do paciente 2 ao longo das 14 semanas do TMI



**Gráfico 3** Evolução da Plmáx do paciente 3 ao longo das 14 semanas do TMI

## Percepção de dispnéia

A paciente 1 no IBD apresentou uma pontuação de: 4 no prejuízo funcional; 3 na magnitude da tarefa; e 4 na magnitude do esforço, totalizando 11 pontos. Esses valores não sofreram alterações no pós-treinamento. Na magnitude da tarefa, o Índice Transacional de Dispnéia (ITD) mostrou uma melhora de +1 ponto, o que representa leve melhora, ou seja, paciente com maior facilidade para realizar as tarefas, porém sem mudanças na pontuação.

As pontuações do paciente 2 no IBD foram: 3 no prejuízo funcional; 3 na magnitude da tarefa; e 3 na magnitude do esforço, totalizando 9 pontos. No pós-treinamento houve um aumento de 1 ponto na magnitude da tarefa e 1 na do esforço, totalizando 11 pontos. No ITD houve uma melhora de +4 pontos, o que representa melhora moderada, ou seja, paciente capaz de reassumir pelo menos uma atividade abandonada devido à dispnéia e capaz de realizar as atividades habituais mais rapidamente e com mais vigor.

O paciente 3 no IBD teve como pontuação: 1 no prejuízo funcional; 2 na magnitude da tarefa; 2 na magnitude do esforço, totalizando 5 pontos. No pós-treinamento houve um aumento de 1 ponto em cada uma das categorias, totalizando 8 pontos. No ITD houve um incremento de +4 pontos, o que representa melhora moderada, ou seja, paciente capaz de reassumir pelo menos uma atividade abandonada devido à dispnéia e capaz de realizar as atividades habituais mais rapidamente e com mais vigor.

## Teste ergoespirométrico

O teste ergoespirométrico foi realizado com os pacientes 1 e 2, utilizando o protocolo de Naughton. No entanto, o teste do pré-treinamento da paciente 1 apresentou dados de análise de gases não-fidedignos. Assim, esses dados não foram utilizados. Para avaliar a evolução da paciente 1 foram utilizadas as variáveis tempo de teste, duplo produto

(DP), frequência cardíaca (FC), percepção de esforço e percepção de dispnéia. Para o paciente 2, além dessas variáveis, foram avaliados consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2\text{máx}}$ ) e ventilação máxima ( $VE_{\text{máx}}$ ).

Os resultados obtidos na ergoespirometria da paciente 1 podem ser vistos na Tabela 1. Observa-se que, no esforço máximo do pré-treinamento, a paciente 1 teve percepção de esforço como ligeiramente cansativo e uma sensação de dispnéia muito leve. Já no pós-treinamento a percepção de esforço foi fácil e a sensação de dispnéia foi nula.

A Tabela 2 mostra os resultados da ergoespirometria do paciente 2. Observa-se nos valores da escala de Borg e Borg modificado que no esforço máximo do pré-treinamento o paciente 2 teve uma percepção de esforço cansativo e uma sensação de dispnéia leve. Já no pós-treinamento a percepção de esforço caracterizou-se por cansativo e a sensação de dispnéia foi muito leve.

## DISCUSSÃO

O resultados mostram que os pacientes aqui estudados, após o treinamento muscular inspiratório, apresentaram melhora no que se refere à força muscular inspiratória, à dispnéia e à tolerância ao esforço.

### Força muscular inspiratória

Pacientes com IC apresentam fraqueza da musculatura respiratória, sendo principalmente a fraqueza dos músculos inspiratórios a responsável pela sensação de falta de ar percebida durante a realização das atividades de vida diária (AVDs). No estudo de Dall'Ago et al.<sup>8</sup>, foi obtido um aumento médio de 115% na  $PI_{\text{máx}}$  de pacientes com IC, após realizar TMI com Threshold durante 12 semanas, nas mesmas condições de frequência, duração e incremento de carga do presente estudo.

Em estudo semelhante, ou seja, em pacientes com IC submetidos a treina-

**Tabela 1** Resultados do teste ergoespirométrico da paciente 1, antes (pré) e após (pós) o treinamento muscular inspiratório

	Pré	Pós
Tempo de teste	21 min	23 min 40 seg
FC <sub>máx</sub>	145 bpm	135 bpm
DP	20300 bpm.mmHg	17550 bpm.mmHg
Esforço (escala de Borg)	13	9
Dispnéia (Borg modificada)	0,5	0

FC<sub>máx</sub> = frequência cardíaca máxima; DP = duplo produto (FC x PAS, pressão arterial sistólica); Borg modificada = escala de percepção subjetiva da dispnéia

**Tabela 2** Resultados do teste ergoespirométrico do paciente 2, antes (pré) e após (pós) o treinamento muscular inspiratório

	Pré	Pós
Tempo de Teste	12 min 48 seg	15 min 22 seg
FC <sub>máx</sub>	133 bpm	130 bpm
VO <sub>2 máx</sub>	13,97 ml/Kg.min	12,74 ml/Kg.min
VE <sub>máx</sub>	28,8 l/min	23,9 l/min
DP	15960	15600
Esforço (escala de Borg)	15	15
Dispnéia (Borg modificada)	2	1

FC<sub>máx</sub> = frequência cardíaca máxima; DP = duplo produto (FC x PAS, pressão arterial sistólica); Borg modificada = escala de percepção subjetiva da dispnéia

mento muscular respiratório com Threshold sete vezes por semana, exercícios calistênicos, hiperpnéia isocápnica e treinamento de força muscular inspiratória e expiratória (três vezes por semana) durante 12 semanas, os autores observaram um aumento significativo da força e resistência muscular respiratória<sup>7</sup>. Também Johnson *et al.*<sup>12</sup> observaram um aumento de 25,4 cmH<sub>2</sub>O na P<sub>lmáx</sub> de pacientes com IC após oito semanas de TMI, com carga de 30% da P<sub>lmáx</sub>.

Outro estudo, com pacientes portadores de doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), comparou os efeitos do TMI com diferentes cargas, 30% e 10% da P<sub>lmáx</sub>, concluindo que a carga de 30% alivia a dispnéia, melhora a performance nas AVDs e diminui o gasto metabólico nos exercícios<sup>13</sup>. Outros estudos<sup>5,7</sup> também utilizaram, no TMI de pacientes com IC, a carga de 30%, utilizada no presente estudo.

Os resultados deste estudo estão de acordo com os de Dall'Ago *et al.*<sup>5</sup> e de Mancini *et al.*<sup>7</sup>, que encontraram aumento da força muscular inspiratória em pacientes com IC após TMI, com conseqüente redução da dispnéia e aumento da tolerância ao esforço. Sarmiento *et al.*<sup>14</sup> realizaram TMI cinco vezes por semana durante cinco semanas em pacientes portadores de DPOC, tendo observado uma remodelação estrutural das fibras tipo I e II, o que explicou as melhoras funcionais encontradas. Isso sugere que o ganho de força muscular inspiratória ocorreu devido ao aumento de massa muscular, melhora do fluxo sangüíneo e possível melhora na estrutura das fibras tipo I e II. Assim, o TMI é de grande relevância para os portadores de IC.

### Percepção de dispnéia

A fraqueza muscular inspiratória mantém forte correlação com a dispnéia durante as AVDs dos pacientes com IC<sup>6</sup>. Os pacientes com menor força muscular inspiratória são os mais dispnéicos, apresentando as menores pontuações nos índices de dispnéia.

Neste estudo, cabe ressaltar que o paciente 2 apresenta, além do quadro de IC, DPOC caracterizada por sintomas de intolerância ao esforço e dispnéia devido à hiperinsuflação dinâmica. Com isso, há um aumento do trabalho respiratório e da carga nos músculos respiratórios<sup>15</sup>. Esse paciente apresenta pois uma sobreposição de doenças limitantes, o que pode levar à somatização de sintomas tais como intolerância ao esforço e dispnéia. Nesse caso, a fraqueza muscular inspiratória possivelmente está relacionada às duas doenças. No entanto, apesar da associação de doenças, pode-se verificar, ao final do programa de treinamento, uma importante redução da falta de ar desse paciente, que relatou maior facilidade e disposição para realizar as AVDs.

Foi possível observar que os três pacientes obtiveram redução da dispnéia após o TMI. Fica evidente que foram capazes de realizar as tarefas com maior facilidade e menor sensação de dispnéia. A melhora da pontuação no ITD representa uma redução na dispnéia dos pacientes. Esses resultados corroboram os observados por Sánchez *et al.*<sup>16</sup>, em que os pacientes obtiveram uma pontuação de +4.7 no índice de transição de dispnéia após realizar TMI por seis meses, seis vezes por semana, 30 minutos por dia. Resultados semelhantes foram encontrados em estudo com 10 pacientes com DPOC que realizaram TMI de 10 semanas, 6 vezes por semana, durante 30 minutos por dia, com carga de 30% da P<sub>lmáx</sub>, apresentando uma melhora de +3,8 pontos no ITD<sup>13</sup>. Da mesma forma, Mancini *et al.*<sup>7</sup> encontraram uma redução da dispnéia em seis dos oito pacientes com IC que realizaram treinamento muscular respiratório.

Em uma meta-análise<sup>17,15</sup> estudos sobre pacientes com DPOC mostraram que o TMI aumenta significativamente a força e a resistência dos músculos inspiratórios e diminui a dispnéia em repouso e no exercício, estando de acordo com os resultados do presente estudo.

Acredita-se que, nos pacientes desse estudo, a causa provável da redução da dispnéia e maior facilidade na realização das AVDs tenha sido o ganho de força muscular inspiratória obtido após o programa fisioterapêutico de TMI.

### Tolerância ao esforço

Os dados de dois pacientes deste estudo (Tabelas 1 e 2) evidenciam uma acentuada melhora da tolerância ao esforço após o TMI, pelo aumento no tempo de teste, redução na frequência cardíaca máxima, redução no duplo produto, melhora na percepção de esforço e percepção de dispnéia. Assim, os pacientes foram capazes de tolerar maior esforço, com melhor resposta cardiovascular, menor fadiga e redução da dispnéia.

O treinamento físico promove redução da frequência cardíaca e da pressão arterial após programas de treinamento aeróbio em indivíduos cardiopatas. Essas adaptações sugerem uma redução na demanda de oxigênio pelo miocárdio, que podem ser estimadas indiretamente pela redução do duplo produto<sup>18</sup>. Pode-se observar os mesmos resultados ao desenvolver treinamento da musculatura inspiratória, fator que deve ter contribuído para a maior tolerância ao esforço dos pacientes estudados.

Em estudo semelhante, em que foi realizado teste de caminhada de seis minutos, observou-se que os pacientes percorreram uma maior distância com menor percepção de dispnéia após o TMI, mostrando melhora na capacidade de exercício<sup>5</sup>, o que está de acordo com os achados deste estudo.

Apesar do aumento da tolerância ao esforço, o consumo máximo de oxigênio não sofreu alterações após o TMI nos pacientes do presente estudo. Da mesma forma, Lisboa *et al.*<sup>13</sup> não observaram aumento no consumo de oxigênio (VO<sub>2</sub>) após TMI, sugerindo que o aumento na tolerância ao exercício seja explicado por um menor gasto metabólico em um mesmo nível de esforço.

Entretanto, em estudo semelhante<sup>7</sup>, os autores constataram aumento no consumo máximo de oxigênio em sete dos oito pacientes treinados, com uma média de aumento de 1,8 ml/kg.min. Esses pacientes apresentaram aumento significativo na ventilação minuto máxima, justificado pelo aumento da carga de trabalho; e, quanto à frequência cardíaca, não houve alterações. Embora o  $\dot{V}O_2$  tenha uma importante implicação na capacidade funcional, os marcadores ventilatórios têm maior contribuição como indicativos da gravidade da doença<sup>19</sup>. Os resultados obtidos com o paciente 2 neste estudo evidenciam que o TMI produziu redução da ventilação ao esforço máximo, sugerindo melhora da eficiência ventilatória, pois, como comentado anteriormente, o paciente aumentou o tempo de duração do teste e reduziu a sensação de dispnéia após TMI. Resultados semelhantes foram encontrados por Lisboa *et al.*<sup>13</sup>.

Os pacientes com IC apresentam marcante aumento da ventilação minuto ( $VE_{m\acute{a}x}$ ), quando comparados a sujeitos normais, em uma mesma carga de trabalho, devido a contribuições pulmonares, periféricas e do sistema nervoso central<sup>4</sup>.

Em última análise, o aumento na tolerância ao esforço observado após o TMI pode estar relacionado ao ganho de força muscular inspiratória, que retarda o desenvolvimento de fadiga muscular diafragmática<sup>5</sup>. Concordando com essa hipótese, Shell *et al.*<sup>20</sup> investigaram os efeitos da fadiga muscular inspiratória sobre o fluxo sanguíneo periférico e concluíram que, ao mesmo tempo que o diafragma entra em fadiga, ocorre uma resposta reflexa de vasoconstrição periférica, que denominaram resposta ergorreflexa<sup>20</sup>. Diante dessas evidências, torna-se mais fácil relacionar ganho de força muscular inspiratória com melhora na tolerância ao esforço.

## CONCLUSÃO

Notou-se nos três pacientes um aumento da  $Plm\acute{a}x$  após o TMI, evidenciando acentuado incremento da força muscular inspiratória, tendo todos atingido a faixa de valores previstos de  $Plm\acute{a}x$  para sexo e idade. Constatou-se também, provavelmente em decorrência, melhora clínica evidenciada pela redução da sensação de dispnéia durante as atividades de vida diária e, ainda, pela maior facilidade ao realizá-las, sugerindo que a reduzida força muscular inspiratória está relacionada com a dispnéia nos pacientes com IC. O estudo reitera a importância do TMI na reabilitação do paciente com IC, proporcionando alívio dos sintomas de dispnéia e intolerância ao esforço, que prejudicam a qualidade de vida dos pacientes com IC.

## REFERÊNCIAS

- 1 Almeida EA. Aspectos anatomopatológicos da disfunção ventricular. *Rev Soc Cardiol Estado de São Paulo*. 2000;10(1):1-7.
- 2 Negrão CE, Franco FM, Braga AM, Roveda F. Evidências atuais dos benefícios do condicionamento físico no tratamento da insuficiência cardíaca congestiva. *Rev Soc Cardiol Estado de São Paulo*. 2004;14(1):147-57.
- 3 Piepoli MF, Scott AC, Capucci A, Coats AJS. Skeletal muscle training in chronic heart failure. *Acta Physiol Scand*. 2001;171:295-303.
- 4 Mancini DM, Henson D, Lamanca J, Levine S. Respiratory muscle function and dyspnea in patients with chronic congestive heart failure. *Circulation*. 1992;86:909-18.
- 5 Dall'ago P, Chiappa GR, Güths H, Stein R, Ribeiro JP. Inspiratory muscle training in patients with heart failure and inspiratory muscle weakness. *J Am Coll Cardiol*. 2006;47(4):757-63.
- 6 Mcparland C, Krishnan B, Wang Y, Gallagher CG. Inspiratory muscle weakness and dyspnoea in chronic heart failure. *Am Rev Respir Dis*. 1992;146:467-72.
- 7 Mancini DM, Henson D, La Manca J, Donchez L, Levine S. Benefit of selective respiratory muscle training on exercise capacity in patients with chronic congestive heart failure. *Circulation*. 1995;91(2):320-9.
- 8 Dall'ago P, Ferreira GM, Delatorre V, Güths H, Chiappa GR, Stein R, et al. Impacto do treinamento muscular inspiratório sobre a capacidade funcional em pacientes com insuficiência cardíaca. *Porto Alegre: Prêmio Hospital da Cidade 90 anos*; 2004.
- 9 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.
- 10 Leite PF. *Fisiologia do exercício: ergometria e condicionamento físico*. Rio de Janeiro: Ateneu; 1984.
- 11 Mahler DA, Weinberg DH, Wells CK, Feinstein AR. Weinberg DH. The measurement of dyspnea: contents, interobserver agreement, and physiologic correlates of two new clinical indexes. *Chest*. 1984;85:751-8.
- 12 Johnson PH, Cowley AJ, Kinnear WJN. A randomized controlled trial of inspiratory muscle training in stable chronic heart failure. *Eur Heart J*. 1998;19:1249-53.
- 13 Lisboa C, Villafranca C, Leiva A, Cruz E, Pertuzé J, Borzone G. Inspiratory muscle training in chronic airflow limitation: effect on exercise performance. *Eur Respir J*. 1997;10:537-42.
- 14 Ramirez-Sarmiento A, Orozco-Levi M, Güell 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;166:1491-7.
- 15 Nici L, Donner C, Wouters E, Zuwallack R, Ambrosino N, Bourbeau J, et al. American Thoracic Society/European Respiratory Society statement on pulmonary rehabilitation. *Am J Respir Crit Care Med*. 2006;173:1390-413.
- 16 Sánchez H, Rubio TM, Ruiz FO, Ramos PC, Otero DC, Hernandez TE, et al. Inspiratory muscle training in patients with COPD effect on dyspnea, exercise performance, and quality of life. *Chest*. 2001;120:748-56.
- 17 Lötters F, Van Tol B, Kwakkel G, Gosselink R. Effects of muscle inspiratory training in patients with COPD: a meta-analysis. *Eur Respir J*. 2002;20:570-6.
- 18 Fletcher GF, Balady GJ, Amsterdam EA, Chaitman B, Eckel R, Fleg J, et al. Exercise standards for testing and training. *Circulation*. 2001;104:1694-740.
- 19 Macconnell TR. Ventilatory markers during exercise for congestive heart failure. *J Cardiopulm Rehabil*. 2004;24:321-3.
- 20 Shell AW, Derchak PA, Pegelow DF, Dempsey JA. Threshold effects of respiratory muscle work on limb vascular resistance. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2002;282:1732-8.