

**EFEITOS DO TREINAMENTO DE ALTA E BAIXA INTENSIDADE  
 NA MUSCULATURA INSPIRATÓRIA EM INDIVÍDUOS OBESOS MÓRBIDOS:  
 ESTUDO RANDOMIZADO CONTROLADO**

Ana Beatriz Bragheto Granvile<sup>1</sup>, Ana Cláudia Lustro Borges<sup>1</sup>, Gualberto Ruas<sup>2</sup>

**RESUMO**

Introdução: A eficácia do treinamento da musculatura inspiratória (TMI) com alta e baixa intensidade na obesidade mórbida precisa ser elucidada. Objetivo: Analisar os efeitos do treinamento de alta e baixa intensidade na musculatura inspiratória em indivíduos com obesidade mórbida. Método: Participaram 32 homens, divididos em dois grupos (G1 e G2). As avaliações do grau de dispnéia, prova de função pulmonar, P<sub>lmáx</sub>, DP e MD foram realizadas no pré-treinamento e após 12 semanas de treinamento. Discussão: Protocolos de treinamento nesse estudo, com resistor de carga linear *Power Breather*®, têm efeitos positivos nesses indivíduos tanto em alta quanto em baixa intensidade, mas com efeitos mais prolongados no TMI de alta intensidade. Resultados: O G1 obteve aumento significativo da VVM, P<sub>lmáx</sub>, DP, MD e diminuição significantes na MRC<sub>m</sub> em 12 semanas de treinamento, os quais se mantiveram após 12 semanas sem treinamento. O G2 apresentou o mesmo comportamento quando comparado com o G1 em 12 semanas de treinamento, porém os valores voltaram aos iniciais na VVM, MRC<sub>m</sub> e MD, e as variáveis P<sub>lmáx</sub> e DP apresentaram valores abaixo da avaliação inicial após 12 semanas sem treinamento. Na análise intergrupo (12-12 semanas), G1 apresentou valores maiores na VVM, P<sub>lmáx</sub>, DP e MD quando comparado com G2. Na comparação das 24-24 semanas, G2 apresentou valores menores na VVM, P<sub>lmáx</sub>, DP e MD aumentos significantes na MRC<sub>m</sub> quando comparados com G1. Conclusão: O TMI de alta e baixa intensidade proporcionou efeitos benéficos aos indivíduos, os quais se mantiveram após 12 semanas do treinamento de alta intensidade.

**Palavras-chave:** Obesidade. Treino. Diafragma. Disfunção.

1-Discente do curso de Fisioterapia da Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM), Uberaba-MG, Brasil.

**ABSTRACT**

Effects of high and low intensity training in inspirational musculature in morbid obese individuals: controlled randomized study

Introduction: The efficacy of high and low intensity inspiratory muscle training (IMT) in morbid obesity needs to be elucidated. Objective: To analyze the effects of high and low intensity training on the inspiratory muscle in morbidly obese individuals. Methods: 32 men were divided into two groups (G1 and G2). The assessments of dyspnea, pulmonary function test, P<sub>lmax</sub>, DP and MD were performed in pre-training and after 12 weeks of training. Discussion: Training protocols in this study, with *Power Breather*® linear load resistors, have positive effects in these individuals both in high and low intensity, but with longer effects in high intensity IMT. Results: The G1 obtained a significant increase of the VVM, P<sub>lmax</sub>, DP, MD and significant decrease in the MRC<sub>m</sub> in 12 weeks of training, which were maintained after 12 weeks without training. G2 presented the same behavior when compared to G1 at 12 weeks of training, but values returned to baseline in VVM, MRC<sub>m</sub> and MD, and the P<sub>lmax</sub> and DP variables presented values below the initial evaluation after 12 weeks without training. In intergroup analysis (12-12 weeks), G1 presented higher values in VVM, P<sub>lmax</sub>, DP and MD when compared to G2. In the comparison of 24-24 weeks, G2 presented lower values in VVM, P<sub>lmax</sub>, DP and MD significant increases in MRC<sub>m</sub> when compared to G1. Conclusion: High and low intensity IMT provided beneficial effects to individuals, which were maintained after 12 weeks of high intensity training.

**Key words:** Obesity. Training. Diaphragm. Dysfunction.

2-Docente do curso de Fisioterapia da Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM), Uberaba-MG, Brasil.

## INTRODUÇÃO

A obesidade tem causas multifatoriais e resulta de interação de fatores genéticos, metabólicos, sociais, comportamentais e culturais.

Na maioria, associa-se ao abuso da ingestão calórica e ao sedentarismo, em que o excesso de calorias armazena-se como tecido adiposo, gerando o balanço energético positivo.

O balanço energético pode ser definido como a diferença entre a quantidade de energia adquirida e gasta na realização das funções vitais e de atividades em geral.

Pode tornar-se positivo quando a quantidade de energia adquirida é maior do que a gasta, podendo variar entre pessoas (Tavares e colaboradores, 2010).

O indivíduo obeso pode apresentar um distúrbio ventilatório restritivo pelo acúmulo de gordura torácica e abdominal, o que contribui para: aumento do consumo de oxigênio, produção de dióxido de carbono, aumento do trabalho respiratório, redução das capacidades e volumes pulmonares, diminuição da força muscular respiratória resultando no uso da musculatura acessória da respiração devido à dispnéia a pequenos esforços.

Esses indivíduos podem apresentar aumento da resistência das vias aéreas superiores e limitação da capacidade ventilatória, principalmente em relação a pressão expiratória máxima e capacidade residual funcional (CRF), devido à redução da parede torácica, complacência pulmonar e maior resistência respiratória, o que pode comprometer a capacidade física funcional e o desempenho das atividades de vida diária (AVD's) (Junior e colaboradores, 2014).

Por causa de todas essas alterações, foram desenvolvidos inúmeros programas de reabilitação pulmonar tendo como objetivo reverter, amenizar a sintomatologia e melhorar a capacidade física (ACCP/AACVPR, 1997).

O treinamento da musculatura inspiratória (TMI) com equipamentos de carga pressórica linear tem sido considerado um potencial agente modificador das irregularidades dos músculos inspiratórios (Waitzberg, 2001).

No entanto, a sua eficácia com cargas de alta e baixa intensidade, e os seus efeitos pós-treinamento, em indivíduos obesos mórbidos precisam ser elucidados.

Desse modo, justifica-se a realização de estudos que visem averiguar a contribuição de diferentes programas de TMI de alta ou baixa intensidade na condição de saúde desses indivíduos.

O objetivo deste estudo foi analisar os efeitos do treinamento de alta e baixa intensidade na musculatura inspiratória em indivíduos obesos mórbidos.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Desenho do estudo, aspectos éticos e local do estudo

Este estudo caracteriza-se por ser um estudo clínico randomizado, cego, controlado e longitudinal. A randomização foi realizada com recomposição em envelope de plástico selado e opaco para cada voluntário, a fim de definir o grupo de treinamento. Todos os voluntários foram informados e orientados a respeito dos procedimentos a que seriam submetidos e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido, de acordo com a resolução nº 422/12 do Conselho Nacional de Saúde.

Este estudo foi realizado na Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFMT) em parceria com a Universidade Federal de São Carlos (UFSCar).

### Amostra

Participaram deste estudo 32 homens na faixa etária dos 50 a 80 anos de idade, acompanhados por um médico pneumologista e uma nutricionista.

Os indivíduos que completaram as avaliações foram divididos randomicamente em dois grupos: grupo submetido ao TMI de alta intensidade (G1, n=16) e o grupo submetido ao TMI de baixa intensidade (G2, n=16).

Foram adotados como critérios de inclusão do estudo, homens voluntários, ex-tabagistas ou não tabagistas, sedentários e sem história de infecções.

Foram excluídos os voluntários etilistas, tabagistas, comprometimento respiratório (crise asmática, intercorrências agudas, DPOC), com alterações cognitivas graves, motoras e ortopédicas que impossibilite a realização das avaliações e que recusaram participar do estudo.

### Variáveis mensuradas

Os G1 e G2 foram submetidos às seguintes avaliações: prova de função pulmonar, pressão inspiratória máxima (P<sub>Imáx</sub>), grau de dispneia na vida diária avaliada através da escala *Medical Research Council modificada (MRCm)*, tolerância ao exercício avaliada pelo teste de caminhada de seis minutos (TC6) e mobilidade diafragmática (MD) realizados no período de pré TMI, na 12<sup>a</sup> e na 24<sup>a</sup> semana pós treinamento. As avaliações ocorreram em quatro dias distintos e não consecutivos.

### Prova de função pulmonar e P<sub>Imáx</sub>

A capacidade vital forçada (CVF), volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF<sub>1</sub>), relação entre VEF<sub>1</sub>/CVF e ventilação voluntária máxima (VVM) foram avaliados por meio do espirômetro (modelo *Master Scope da Jäeger® Wuerzburg*, Alemanha). Foram consideradas pelo menos três curvas aceitáveis de cada uma das manobras e os valores espirométricos foram expressos em porcentagem do valor predito para a população brasileira (Pereira, 2002).

A P<sub>Imáx</sub> foi realizada por meio de um manovacuômetro (*Ger-Ar®*, São Paulo, Brasil) devidamente calibrado, escalonado em -300 a +300cmH<sub>2</sub>O. Foram realizadas no máximo dez medidas consecutivas, sendo necessárias pelo menos três medidas reprodutíveis, com diferença menor que 10% entre elas (American Thoracic Society, 2002).

### Escala de dispneia na vida diária

O grau de dispneia nas atividades cotidianas foi mensurado pela MRCm. Nesse instrumento, quanto maior a pontuação menor a tolerância para realizar as atividades devido à dispneia (Bestall e colaboradores, 1999).

### TC6

Os aspectos técnicos foram os recomendados pela *American Thoracic Society* (American Thoracic Society/European Respiratory Society, 2002).

### Mobilidade diafragmática (MD)

Foi utilizado um aparelho de ultrassom (*Logip 500; Pro Series, GE Medical Systems; Milwaukee, WI*) com voluntário na posição supina e um transdutor convexo de 3,5 MHz posicionado na região subcostal direita, em um ângulo de incidência perpendicular ao eixo crânio-caudal, na direção da veia cava inferior para avaliar o deslocamento crânio-caudal do ramo esquerdo da veia porta como medida da mobilidade diafragmática. O posicionamento era identificado e demarcado com o cursor durante a expiração e inspiração máxima e o deslocamento desses pontos era registrado em milímetros (Yamaguti e colaboradores, 2009).

As avaliações foram realizadas de maneira cega pelo mesmo médico radiologista e o melhor valor de três mensurações (variação <5%) foi utilizado para a análise.

### Procedimento Experimental

#### Programa de TMI

Ambos os grupos (G1 e G2) receberam o programa de TMI numa frequência de cinco sessões semanais, sendo três supervisionadas por um fisioterapeuta e duas domiciliares, durante 12 semanas consecutivas, totalizando 60 sessões e cada sessão teve duração aproximada de 30 minutos.

#### Protocolo de TMI

- a) G1 – 10 minutos de alongamento dos músculos do tronco, membros superiores e inferiores e 20 minutos de TMI de alta intensidade, sendo duas séries de 20 repetições com intervalo de um minuto entre elas, por meio do equipamento de carga pressórica linear (*Power Breather Plus IMT®*, Technologies Ltd, Birmingham, Reino Unido) na posição sentada, com 80% da P<sub>Imáx</sub> atingida na primeira sessão de cada semana;
- b) G2 – 10 minutos de alongamento dos músculos do tronco, membros superiores e inferiores e 20 minutos de TMI, sendo duas séries de 20 repetições com intervalo de um minuto entre elas, por meio do equipamento de carga pressórica linear (*Power Breather Classic IMT®*

Technologies Ltd, Birmingham, Reino Unido) na posição sentada, com 30% da P<sub>lmáx</sub> atingida na primeira sessão de cada semana;

- c) Além disso, todos os indivíduos foram orientados a realizar o protocolo no domicílio duas vezes por semana (com o mesmo equipamento) em dias alternados aos supervisionados. Para reforçar a importância da realização do protocolo todos receberam uma planilha para anotar o horário e a duração. Durante essa fase foram contatados por telefone para reforço positivo e para sanar qualquer dúvida.

### Análise Estatística

O programa estatístico utilizado foi o SPSS 18.0. A normalidade dos dados foi verificada com a aplicação do teste *Shapiro Wilk*, o qual determinou que todas as variáveis do estudo apresentavam distribuição normal. Os valores foram expressos em média e desvio padrão. Foi realizado o teste *t* não-pareado para comparação dos grupos.

Além disso, análise de variância (ANOVA) de duas vias para medidas repetidas

foi empregada para a comparação das avaliações pré e pós TMI em cada grupo.

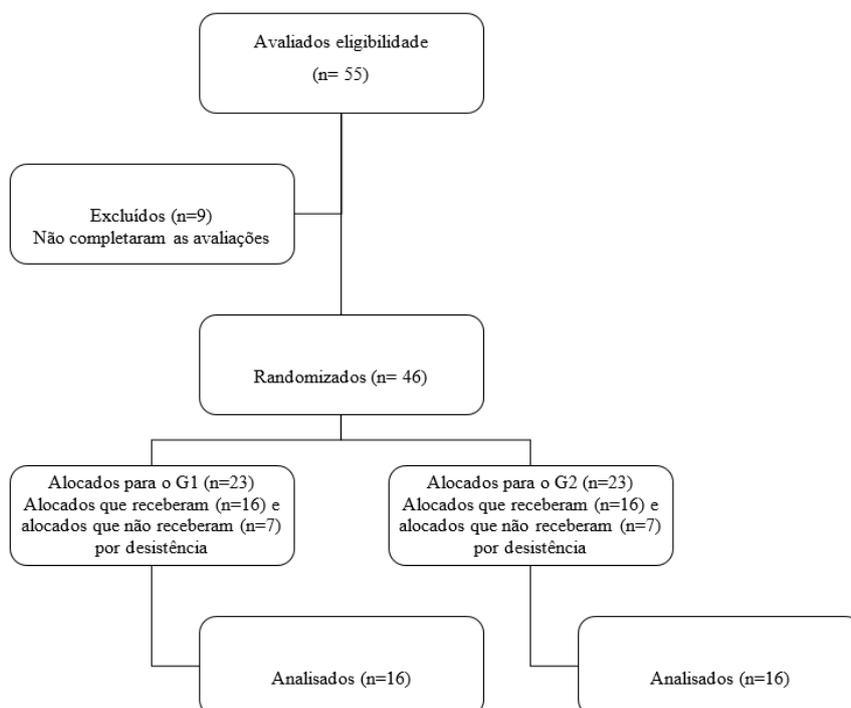
O cálculo da amostra foi realizado pelo programa Ene 2.0, baseado na média e no desvio padrão da variável P<sub>lmáx</sub> no pré e pós TMI de um estudo piloto. Correspondendo a um poder acima de 80%. A probabilidade de erro tipo I foi estabelecida em 5% para todos os testes ( $p \leq 0,05$ ).

## RESULTADOS

### Participantes do estudo

Um total de 55 voluntários foram avaliados para possível participação no estudo. Nove foram excluídos, pois não completaram as avaliações. Do total, 46 voluntários foram randomizados sendo incluídos 23 no G1 e 23 no G2, e sete indivíduos do G1 e do G2 interromperam o TMI por desistência. Sendo assim 16 voluntários foram designados para o G1 e 16 para o G2 (Figura 1).

A Tabela 1 mostra as variáveis demográficas e antropométricas dos grupos estudados. Não foram observadas diferenças significantes entre elas.



**Figura 1** - Fluxograma de participação dos voluntários do estudo.

**Tabela 1** - Características demográficas, antropométricas e valores das variáveis iniciais avaliadas dos G1 e G2.

<b>Variáveis</b>	<b>G1(n=16)</b>	<b>G2(n=16)</b>
<b>Demográficas e Antropométricas</b>		
Idade (anos)	38 ± 8	39 ± 2
Massa corporal (Kg)	150 ± 3	155 ± 3
Estatura (cm)	174 ± 3	173 ± 2
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	49 ± 1	50 ± 1
<b>Espirométricas</b>		
CVF (% prev)	46 ± 1	46 ± 3
VEF <sub>1</sub> (% prev)	45 ± 4	46 ± 4
VEF <sub>1</sub> /CVF (%)	51 ± 8	49 ± 6
VVM (% prev)	41 ± 5	40 ± 4
<b>Grau de dispneia e força muscular respiratória</b>		
MRCm	4 ± 0,3	4 ± 0,25
Plmáx (cmH <sub>2</sub> O)	56 ± 5	57 ± 5
<b>TC6</b>		
DP (metros)	325 ± 45	328 ± 26
<b>Mobilidade diafragmática</b>		
MD (mm)	31 ± 1	30 ± 0,7

**Legenda:** Os dados estão expressos em médias e desvios padrão; G1: grupo obeso mórbido com TMI de alta intensidade; G2: grupo obeso mórbido com TMI de baixa intensidade; Kg: quilograma; cm: centímetro; Kg/m<sup>2</sup>: quilograma por metro ao quadrado; CVF: capacidade vital forçada; VEF<sub>1</sub>: volume expiratório forçado no primeiro segundo; VEF<sub>1</sub>/CVF: relação volume expiratório forçado no primeiro segundo e capacidade vital forçada; VVM: ventilação voluntária máxima; MRCm: *Medical Research Council* modificada; Plmáx: Pressão inspiratória máxima; cm: centímetros; m: metros; cmH<sub>2</sub>O: centímetro de água; DP: distância percorrida no TC6; TC6: teste de caminhada de seis minutos; %: porcentagem; MD: mobilidade diafragmática; mm: milímetros; %prev: porcentagem do previsto; Teste *t* não-pareado.

#### Dados do TMI de alta e baixa intensidade dos G1 e G2

Nenhuma diferença significativa foi observada entre os números de sessões e a duração entre os grupos. O número de sessões foi de 60, sendo cinco vezes por semana, durante 12 semanas e uma média de tempo de 30 minutos para ambos os grupos. Além disso, todos os voluntários toleraram o TMI supervisionado e domiciliar.

#### Efeitos do TMI de alta intensidade (0-12 semanas) - G1

Observou-se que houve aumento significativo da VVM ( $p=0,007$ ), Plmáx ( $p=0,028$ ), DP ( $p=0,005$ ), MD ( $p=0,003$ ) e diminuição significativa na MRCm ( $p=0,035$ ), conforme Tabela 2.

#### Efeitos do TMI de alta intensidade após 12 semanas (0-24 semanas) - G1

Notou-se que manteve o aumento significativo da VVM ( $p=0,001$ ), Plmáx

( $p=0,013$ ), DP ( $p=0,0047$ ), MD ( $p=0,003$ ) e diminuição significativa na MRCm ( $p=0,035$ ), conforme Tabela 2.

#### Efeitos do TMI de alta intensidade após 12 semanas (12-24 semanas) - G1

Não houve diferença significativa quando se comparou os valores obtidos ao final do TMI de alta intensidade com os valores obtidos após 12 semanas do treinamento (Tabela 2).

#### Efeitos do TMI de baixa intensidade (0-12 semanas) - G2

Observou-se que houve aumento significativo da VVM ( $p=0,04$ ), Plmáx ( $p=0,03$ ), DP ( $p=0,03$ ), MD ( $p=0,03$ ) e diminuição significativa na MRCm ( $p=0,03$ ), conforme Tabela 3.

**Efeitos do TMI de baixa intensidade após 12 semanas (0-24 semanas) - G2**

Não houve diferença significativa após TMI de baixa intensidade na VVM, MRCm Plmáx e na MD. Já a variável DP apresentou redução significativa em relação a avaliação inicial ( $p=0,04$ ) (Tabela 3).

**Efeitos do TMI de baixa intensidade após 12 semanas (12-24 semanas) - G2**

Observou-se que houve diminuição significativa na VVM ( $p=0,04$ ), Plmáx ( $p=0,035$ ), DP ( $p=0,04$ ), MD ( $p=0,046$ ) e aumento significativo na MRCm ( $p=0,047$ ), quando se comparou os valores obtidos ao final do TMI de baixa intensidade com os valores obtidos após 12 semanas de treinamento (Tabela 3).

**Tabela 2 - Comparações das variáveis iniciais (0) com 12<sup>a</sup> e 24<sup>a</sup> semanas do G1.**

Variáveis	0	12 <sup>a</sup>	24 <sup>a</sup>
<b>Espirométricas</b>			
CVF (% prev)	46 ± 1	44 ± 2	44 ± 5
VEF <sub>1</sub> (% prev)	45 ± 4	45 ± 10	44 ± 4
VEF <sub>1</sub> /CVF (%)	51 ± 8	52 ± 10	51 ± 3
VVM (% prev)	41 ± 5	83 ± 8*	82 ± 9†
<b>Grau de dispneia e força muscular respiratória</b>			
MRCm	4 ± 0,3	1 ± 0,4*	1 ± 0,3†
Plmáx (cmH <sub>2</sub> O)	56 ± 5	96 ± 7*	93 ± 7†
<b>TC6</b>			
DP (metros)	325 ± 45	413 ± 26*	409 ± 28††
<b>Mobilidade diafragmática</b>			
MD (mm)	31 ± 1	42 ± 2*	41 ± 2†

**Legenda:** Os dados estão expressos em médias e desvios padrão; G1: grupo obesos mórbidos com TMI de alta intensidade; CVF: capacidade vital forçada; VEF<sub>1</sub>: volume expiratório forçado no primeiro segundo; VEF<sub>1</sub>/CVF: relação volume expiratório forçado no primeiro segundo e capacidade vital forçada; VVM: ventilação voluntária máxima; MRCm: *Medical Research Council* modificada; Plmáx: Pressão inspiratória máxima; cmH<sub>2</sub>O: centímetro de água; TC6: teste de caminhada de seis minutos; DP: distância percorrida no TC6; %: porcentagem; MD: mobilidade diafragmática; mm: milímetros; %prev: porcentagem do previsto; Teste de análise de variância (ANOVA) de duas vias para medidas repetidas; \*  $p \leq 0,05$  (0-12 semanas); †  $p \leq 0,05$  (0-24 semanas).

**Tabela 3 - Comparações das variáveis iniciais (0), 12<sup>a</sup> e 24<sup>a</sup> semanas do G2.**

Variáveis	0	12 <sup>a</sup>	24 <sup>a</sup>
<b>Espirométricas</b>			
CVF (% prev)	46 ± 3	46 ± 3	45 ± 2
VEF <sub>1</sub> (% prev)	46 ± 4	47 ± 4	48 ± 3
VEF <sub>1</sub> /CVF (%)	49 ± 6	49 ± 4	47 ± 3
VVM (% prev)	40 ± 4	55 ± 7*	40 ± 5†
<b>Grau de dispneia e força muscular respiratória</b>			
MRCm	4 ± 0,25	1 ± 0,3*	4 ± 0,4†
Plmáx (cmH <sub>2</sub> O)	57 ± 5	62 ± 4*	57 ± 7†
<b>TC6</b>			
DP (metros)	328 ± 26	400 ± 44*	318 ± 18††
<b>Mobilidade diafragmática</b>			
MD (mm)	30 ± 0,7	37 ± 1*	30 ± 0,6†

**Legenda:** Os dados estão expressos em médias e desvios padrão; G2: grupo obesos mórbido com TMI de baixa intensidade; VEF<sub>1</sub>: volume expiratório forçado no primeiro segundo; VEF<sub>1</sub>/CVF: relação volume expiratório forçado no primeiro segundo e capacidade vital forçada; VVM: ventilação voluntária máxima; MRCm: Escala do Medical Research Council modificada; Plmáx: Pressão inspiratória máxima; cmH<sub>2</sub>O: centímetro de água; TC6: teste de caminhada de seis minutos; DP: distância percorrida no TC6; %: porcentagem; MD: mobilidade diafragmática; mm: milímetros; %prev: porcentagem do previsto; Teste de análise de variância (ANOVA) de duas vias para medidas repetidas; \*  $p \leq 0,05$  (0-12 semanas), †  $p \leq 0,05$  (0-24 semanas) e ††  $p \leq 0,05$  (12-24 semanas).

**Tabela 4** - Comparações das variáveis após TMI de alta e baixa intensidade de 12<sup>a</sup> e 24<sup>a</sup> semanas entre os G1 e G2.

Variáveis	G1		G2	
	12 <sup>a</sup>	24 <sup>a</sup>	12 <sup>a</sup>	24 <sup>a</sup>
VVM (% prev)	83 ± 8†	82 ± 9	55 ± 7	40 ± 5*
MRCm	1 ± 0,4	1 ± 0,3	1 ± 0,3	4 ± 0,4*
Plmáx (cmH <sub>2</sub> O)	96 ± 7†	93 ± 7	62 ± 4	57 ± 7*
DP (metros)	413 ± 26†	409 ± 28	400 ± 44	318 ± 18*
MD (mm)	42 ± 2†	41 ± 2	37 ± 1	30 ± 0,6*

**Legenda:** Os dados estão expressos em médias e desvios padrão; G1: grupo obesos mórbidos com TMI de alta intensidade; G2: grupo obesos mórbido com TMI de baixa intensidade; VVM: ventilação voluntária máxima; MRCm: *Medical Research Council* modificada; Plmáx: Pressão inspiratória máxima; cmH<sub>2</sub>O: centímetro de água; DP: distância percorrida no TC6; %: porcentagem; MD: mobilidade diafragmática; mm: milímetros; %prev: porcentagem do previsto; Teste *t* não-pareado; † p<0,05 (12<sup>a</sup> G1 versus 12<sup>a</sup> G2); \* p<0,05 (24<sup>a</sup> G1 versus 24<sup>a</sup> G2).

#### Comparações dos efeitos do TMI entre os G1 e G2 (12<sup>a</sup>-12<sup>a</sup> semanas)

Observou-se que o G1 após TMI de alta intensidade apresentou valores significativamente maiores nas variáveis VVM (p=0,045), Plmáx (p=0,03) e DP (p=0,042), MD (p=0,046) quando comparado com G2, conforme Tabela 4.

#### Comparações dos efeitos do TMI entre os G1 e G2 (24<sup>a</sup>-24<sup>a</sup> semanas)

Observou-se que o G2 apresentou valores significativamente menores na VVM (p=0,03), Plmáx (p=0,02), DP (p=0,021) e MD (p=0,03) e aumentos significantes na MRCm (p=0,01) quando comparado com o G1, conforme Tabela 4.

#### DISCUSSÃO

O principal resultado deste estudo foi a demonstração que o TMI de 12 semanas, com cargas de 80% e de 30% da Plmáx, além de proporcionar incrementos importantes e significantes da VVM, Plmáx, DP, MD e diminuiu significativamente a sensação de dispneia. Além disso, após 12 semanas do TMI o G1 manteve o aumento significativo, enquanto que o G2 apresentou retorno das variáveis aos valores iniciais quanto a VVM, Plmáx, MRCm e MD, já a DP apresentou valores abaixo da avaliação inicial.

O'Brien e Dixon (2002) por meio de biópsias dos músculos inspiratórios de obesos, mostraram acentuada redução da capacidade de geração de força por área de secção transversa, predispondo a fraqueza e fadiga

muscular, com desenvolvimento de dispneia. De forma importante, a fraqueza e a fadiga da musculatura respiratória estão coligadas à menor função pulmonar, especialmente na capacidade vital forçada.

Segundo Arora e Rochester (1982) a fraqueza e a fadiga da musculatura respiratória associadas a obesidade resultam em atrofia muscular generalizada, diminuição das fibras musculares diafragmáticas, das pressões respiratórias geradas pelos músculos e vasoconstricção da musculatura torácica.

No entanto, o TMI pode atenuar essas alterações, mas persistem as dúvidas e existem controvérsias a respeito do percentual a ser adotado na carga de treinamento.

Acredita-se que está mais relacionada às condições do indivíduo em realizar exercícios contra uma resistência (Witt JD e colaboradores, 2007).

Sendo assim, as cargas de 80% e 30% da Plmáx adotadas neste estudo devem-se ao fato de que todos os indivíduos submetidos a um estudo piloto não relataram nenhum desconforto.

Além disso, Weiner e colaboradores (2004) constataram que o TMI, quando o estímulo é adequado para melhora da força e resistência da musculatura respiratória, promove uma redução da dispneia e melhora da tolerância ao esforço. No presente estudo as cargas de treinamento utilizadas foram suficientes para promover diminuição significativa da dispneia e aumento na DP no TC6.

Com relação ao ganho da força e da resistência muscular inspiratória, estudos de Lotters e colaboradores (2002) e Enright e colaboradores (2006) comprovaram que o TMI

de alta e baixa intensidade traz benefícios sobre a força muscular respiratória (P<sub>lmáx</sub>), sobre a resistência (VVM) da musculatura respiratória e diminuição da sensação de dispneia no repouso e durante o exercício. No presente estudo observa-se que os voluntários dos G1 e G2 apresentaram um aumento significativo da VVM, e da P<sub>lmáx</sub> e redução da dispneia.

A consequência funcional de tal melhora, pode ser observada pelo aumento na DP.

Sabe-se que o indivíduo obeso mórbido normalmente apresenta intolerância ao esforço e pode ser justificada pelo desconforto respiratório e fadiga muscular. De acordo com o (ACCP/AACVPR, 1997), o TMI é suficiente para aumentar a DP, e segundo Redelmeier e colaboradores (1997), um aumento de 54 metros na DP é clinicamente significativo e relevante. Neste estudo observou-se que em 12 semanas o G1 apresentou maior resposta com um aumento médio de 88 metros quando comparado com o G2 que foi de 72 metros.

Segundo Porszasz e colaboradores (2005) existe uma redução da ventilação e da frequência respiratória com um aumento da capacidade inspiratória após o TMI. Com o TMI há uma melhora funcional e mudanças adaptativas nas estruturas do diafragma, melhorando sua excursão. Nesse estudo foi possível observar aumento da MD contribuindo para a diminuição da dispneia.

Foram encontrados poucos relatos na literatura sobre os efeitos do TMI após um período sem treinamento. Segundo Weiner e colaboradores (2004) o TMI durante 12 semanas com carga de 60% da P<sub>lmáx</sub> resulta no aumento da força dos músculos respiratórios, o qual não se mantém após 6, 9 e 12 meses. No presente estudo, observou-se que no G2 após 12 semanas sem treinamento (Jonathan e colaboradores, 2007), a VVM, a P<sub>lmáx</sub> e o MRC<sub>m</sub> voltaram para seus valores iniciais e a DP ficou abaixo do valor inicial pré TMI. Esses resultados suportam a hipótese de que os benefícios do TMI de baixa intensidade reduzem rapidamente se houver cessação do treinamento, sugerindo que ele deve ser mantido por tempo prolongado.

Troosters e colaboradores (2000) mostraram que 6 meses de TMI com carga de 30% da P<sub>lmáx</sub> estão associados com a melhora da capacidade funcional, a qual

persistiu durante os 12 meses seguintes. No estudo de Strijbos e colaboradores (1996) observou-se que o TMI com 30% da P<sub>lmáx</sub> traz efeitos positivos, porém eles são reduzidos ao longo de um ano.

Na análise intergrupos foram constatadas diferenças significantes. O G1 apresentou um aumento na VVM, P<sub>lmáx</sub>, DP e MD, quando comparado com o G2, após 12 e 24 semanas do TMI. Além de apresentar redução significativa da dispneia em relação ao G2 na 24<sup>a</sup> semana pós TMI. Esses resultados ajudam a demonstrar que o TMI de alta intensidade proporcionou efeitos benéficos prolongados em relação ao TMI de baixa intensidade, considerando um período de treinamento de 12 semanas.

Porém, a eficiência do TMI de alta intensidade com o resistor de carga linear (Power Breather®) não está relatada na literatura em indivíduos obesos mórbidos. Sendo assim, sugere-se que os protocolos de treinamento realizados neste estudo, com esse equipamento, têm efeitos positivos nesses indivíduos tanto em alta quanto em baixa intensidade, mas com efeitos mais prolongados no TMI de alta intensidade.

#### **LIMITAÇÕES DO ESTUDO**

Inicialmente, em relação aos indivíduos envolvidos no estudo, são necessárias mais pesquisas envolvendo o gênero feminino para ratificar ou não os resultados obtidos com os protocolos adotados.

#### **CONCLUSÃO**

Concluindo, o TMI de alta e baixa intensidade com equipamento de carga pressórica linear proporcionou efeitos benéficos aos indivíduos obesos mórbidos com aumento significativo da resistência e força muscular respiratória, tolerância aos esforços físicos e MD, bem como uma diminuição na MRC<sub>m</sub>, nas sensações de dispneia. No entanto, vale ressaltar que o TMI de alta intensidade proporcionou benefícios adicionais vistos a manutenção destes mesmos após 12 semanas sem treinamento.

## REFERÊNCIAS

- 1-ACCP/AACVPR. American College of Chest Physicians; American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation: joint ACCP/AACVPR evidence-based guidelines. *Chest*. Num. 112. p.1363-1396. 1997.
- 2-American Thoracic Society. Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories. AT Statement: guidelines for six-minutes walk test. *Am J Resp Crit Care Med*. Vol. 166. Num. 1. p.111-117. 2002.
- 3-American Thoracic Society/European Respiratory Society. ATS/ERS Statement on respiratory muscle testing. *Am J Resp Crit Care Med*. Num. 166. p.518-624. 2002.
- 4-Arora, N. S.; Rochester, D. F. Respiratory muscle strength and maximal voluntary ventilation in undernourished patients. *Am Rev Respir Dis*. Vol. 126. Num. 1. p.5-817. 1982.
- 5-Bestall, J. C.; e colaboradores. Usefulness of the Medical Research Council (MRC) dyspnea scale as a measure of disability in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax*. Vol. 54. Num. 7. p.581-586. 1999.
- 6-Enright, S. J.; e colaboradores. Effect of highintensity inspiratory muscle training on lung volumes, diaphragm thickness, and exercise capacity in subjects who are healthy. *Phys Ther*. Vol. 86. p.345-354. 2006.
- 7-Jonathan, D. W.; e colaboradores. Inspiratory muscle training attenuates the human respiratory muscle metaboreflex. *J Physiol*. Vol. 584. Num. 3. p.1019-1028. 2007.
- 8-Junior, M. S.-A.; e colaboradores. Associação entre a mecânica respiratória e função autonômica na obesidade mórbida. *Revista Portuguesa de Pneumologia*. Vol. 20. p.31-35. 2014.
- 9-Lotters, F.; e colaboradores. Effects of controlled inspiratory muscle training in patients with COPD: a meta-analysis. *Eur Respir J*. Num. 20. p.570-578. 2002.
- 10-O'Brien, P. E.; Dixon, J. B. The extent of the problem of obesity. *Am J Surg*. Vol. 184. Num. 6B. p.4-8. 2002.
- 11-Pereira, C. A. C. Espirometria. Diretrizes para testes de função pulmonar. *J Bras Pneumol*. Vol. 8. Num. 3. p.1-82. 2002.
- 12-Porszasz, J.; e colaboradores. Exercise training decreases ventilatory requirements and exerciseinduced hyperinflation at submaximal intensities in patients with COPD. *Chest*. Vol. 128. Num. 4. p.2025-2034. 2005.
- 13-Redelmeier, D. A.; e colaboradores. Interpreting small differences in functional status: the six minute walk test in chronic lung disease patients. *Am J Respir Crit Care Med*. Num. 155. p.1278-1282. 1997.
- 14-Strijbos, J. H.; Potsma, D. S.; Van Altena, R.; Gimeno, F.; Koeter, G. H. A comparison between outpatient hospital-based pulmonary rehabilitation program in patients with COPD. *Chest*. Num. 109. p.366-372. 1996.
- 15-Tavares, T. B.; e colaboradores. Obesidade e qualidade de vida: revisão da literatura. *Revista Médica de Minas Gerais*. Vol. 20. Num. 3. 2010.
- 16-Troosters T, Gosselink R, Decramer M. Short- and longterm effects of outpatient rehabilitation in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a randomized trial. *Am J Med*. Num. 109. p.207-212. 2000.
- 17-Waitzberg, D. L. Nutrição oral, enteral e parenteral na prática clínica. 3ª Ed. São Paulo:Atheneu. p.100-102. 2001.
- 18-Weiner, P.; e colaboradores. Maintenance of inspiratory muscle training in COPD patients: one year follow-up. *Eur Respir J*. Num. 23. p.61-65. 2004.
- 19-Witt, J. D.; e colaboradores. Inspiratory muscle training attenuates the human respiratory muscle metaboreflex. *J Physiol*. Vol. 11. Num. 3. p.1019-1028. 2007.
- 20-Yamaguti, W. P. S.; e colaboradores. Diaphragmatic disfunction and mortality in patients with COPD. *J Bras Pneumol*. Num. 35. p.1174-1185. 2009.

**Revista Brasileira de Obesidade, Nutrição e Emagrecimento**  
**ISSN 1981-9919 versão eletrônica**

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

**w w w . i b p e f e x . c o m . b r - w w w . r b o n e . c o m . b r**

---

E-mails dos autores:

anabeatriz.granvile@hotmail.com

claul.borges@hotmail.com

gualbertoruas@yahoo.com.br

Endereço para correspondência:

Ana Beatriz Bragheto Granvile

Rua Duque de Caxias, 74 apto 203

Uberaba-MG, Brasil.

CEP: 38.022-180.

Recebido para publicação em 17/12/2016

Aceito em 22/01/2017