

# O EFEITO DO TREINAMENTO MUSCULAR RESPIRATÓRIO NA CONDIÇÃO FÍSICA EM ADULTOS JOVENS

## THE EFFECT OF RESPIRATORY MUSCLE TRAINING ON PHYSICAL FITNESS IN YOUNG ADULTS

**Resumo:** Introdução: A fraqueza e fadiga muscular respiratória podem afetar um indivíduo saudável de inúmeras formas, comprometendo sua performance na realização do exercício. O treinamento muscular respiratório (TMR) é uma medida de tratamento que traz solução para esse problema, condicionando músculos respiratórios a realizarem com maior aptidão a sua função. Objetivo: avaliar os efeitos do TMR em indivíduos saudáveis nas pressões inspiratória (P<sub>Imáx</sub>) e expiratória máximas (PE<sub>máx</sub>) e consumo máximo de oxigênio (VO<sub>2máx</sub>). Método: Foi realizado um estudo experimental em universitários com fraqueza muscular respiratória. No grupo experimental (GE) foram realizadas 12 intervenções de TMR com 50% da P<sub>Imáx</sub> com o dispositivo Powebreathe Plus® e no grupo controle (GC), 12 intervenções com a utilização de espirômetro de incentivo. Foram mensuradas P<sub>Imáx</sub>, PE<sub>máx</sub> e VO<sub>2máx</sub> pré e pós e intervenção. Resultados: Houve aumento significativo ( $p=0,028$ ) na P<sub>Imáx</sub> do GC [PRÉ = 64,0 (44,0-93,0)cmH<sub>2</sub>O e PÓS= 87,0 (60,0-107,0)cmH<sub>2</sub>O]. Também foi encontrado incremento significativo ( $p=0,018$ ) na P<sub>Imáx</sub> do GE [PRÉ=41,0(22,0-71,0)cmH<sub>2</sub>O e PÓS=73,0 (61,0-102,0)cmH<sub>2</sub>O]; e na PE<sub>máx</sub> ( $p=0,018$ ) [PRÉ=49,0 (25,0-87,0)cmH<sub>2</sub>O e PÓS=71,0 (58,0-102,0)cmH<sub>2</sub>O]. O VO<sub>2máx</sub> não mostrou melhora significativa em nenhum dos grupos (GC [PRÉ=47,5 (40,9-53,5) ml/kg/min e PÓS=46,6(44,2-52,5) ml/kg/min;  $p=0,0616$ ; GE= [PRÉ=43,5 (42,1-47,1) ml/kg/min e PÓS= 44,2 (43,8-48,0) ml/kg/min;  $p=0,237$ ]. Conclusão: o TMR foi eficaz no aumento de força muscular respiratória, entretanto não se mostrou significativo para melhorar a condição física em adultos jovens.

**Palavras-chave:** Fisioterapia. Fraqueza muscular. Exercícios Respiratórios. Teste de esforço. Aptidão cardiorrespiratória.

**Abstract:** Introduction: Respiratory weakness and muscular fatigue can affect a healthy individual in countless ways, and may compromise their performance in an execution of an exercise. Respiratory Muscle Training (RMT) is a treatment that brings the solution to that problem, conditioning respiratory muscles to perform better their function. Objective: Evaluate the effects of RMT in healthy subjects on maximal inspiratory pressures (MIP), maximal expiratory pressures (MEP), and maximal oxygen uptake (VO<sub>2max</sub>).. Method: An experimental study was performed in college students with respiratory muscle weakness. In the experimental group (EG) 12 interventions for TMR with 50% of MIP were performed with the Powebreathe Plus® device and in the control group (CG) the use of incentive spirometer. MIP, MEP and VO<sub>2max</sub> were measured before and after intervention. Results: There was a significant increase ( $p = 0.028$ ) in the MIP of the CG [PRE = 64.0 (44.0-93.0) cmH<sub>2</sub>O and POST = 87.0 (60.0-107.0) cmH<sub>2</sub>O]. There was also a significant increase ( $p = 0.018$ ) in the MIP [PRE = 41.0 (22.0-71.0)cmH<sub>2</sub>O and POST = 73.0 (61.0-102.0)cmH<sub>2</sub>O]; and in the MEP ( $p = 0.018$ ) [PRE = 49.0 (25.0-87.0)cmH<sub>2</sub>O and POS = 71.0 (58.0-102.0)cmH<sub>2</sub>O]. The VO<sub>2max</sub> showed no significant improvement in either group (CG [PRE=47,5 (40,9-53,5) ml/kg/min e POST=46,6(44,2-52,5) ml/kg/min;  $p=0,0616$ ; EG= [PRE=43,5 (42,1-47,1) ml/kg/min e POST= 44,2 (43,8-48,0) ml/kg/min;  $p=0,237$ ]. Conclusion: RMT was effective in increasing respiratory muscle strength, however it was not significant to improve physical condition in young adults.

**Keywords:** Physiotherapy. Muscle weakness. Breathing Exercises. Exercise test. Cardiorespiratory fitness.

Elisângela Pereira Hendler<sup>1</sup>  
Kelsa de Souza Kock<sup>2</sup>

1- Acadêmica de Fisioterapia da  
Universidade de Sul de Santa Catarina  
(UNISUL) - Tubarão, SC- Brasil;

2- Doutor em Ciências médicas pela  
Universidade Federal de Santa Catarina  
(UFSC)- Florianópolis, SC- Brasil. Docente  
do Departamento de Fisioterapia da  
Universidade de Sul de Santa Catarina  
(UNISUL) - Tubarão, SC- Brasil.

E-mail: elisphendler@gmail.com

Recebido em: 27/02/2020

Revisado em: 20/02/2021

Aceito em: 07/04/2021

## INTRODUÇÃO

A fadiga muscular respiratória pode ser definida como inaptidão do músculo de manter uma determinada atividade (força, velocidade, potência) em resposta ao impulso nervoso<sup>1</sup>. E, músculos respiratórios fadigados podem afetar a performance do exercício através da exacerbação do chamado metaborreflexo<sup>2,3</sup>. A ativação do metaborreflexo inspiratório durante o exercício físico, que induz a fadiga muscular inspiratória, pode limitar o desempenho físico devido à redução do fluxo sanguíneo para os músculos esqueléticos ativos, exacerbando a fadiga dos músculos periféricos<sup>3,4</sup>.

O treinamento muscular respiratório (TMR) é uma intervenção que vem sendo adotada para condicionar os músculos respiratórios, a realizarem com maior facilidade a função, trazendo um ganho de força e aumento da *endurance*<sup>5</sup>. O TMR tem provado ser eficaz em reduzir a fadiga muscular e melhorar o desempenho no exercício<sup>2</sup>. Essa técnica é normalmente usada na reabilitação pulmonar, além disso está sendo utilizada em atletas de vários tipos de esportes<sup>2,6</sup>. Estudos confirmam que o TMR além de melhorar a força muscular respiratória e a resistência em atletas, apresentando os mesmos benefícios em indivíduos saudáveis<sup>2,6</sup>. Essa população menos apta se beneficia melhor da técnica que atletas altamente treinados, devido à resistência e força muscular, sendo assim, tem ganhos maiores<sup>2</sup>.

A mensuração da força muscular respiratória é feita através de um manômetro/manovacuômetro graduado em cmH<sub>2</sub>O, onde pode-se avaliar as pressões

inspiratórias máximas (P<sub>Imáx</sub>) e pressões expiratórias máximas (P<sub>Emáx</sub>)<sup>5</sup>. Essa avaliação é quantificada pela pressão respiratória estática máxima produzida pela boca após a inspiração e expiração completas, que indicará a força gerada pelos músculos respiratórios<sup>7</sup>. Ela se faz importante porque, a partir dos resultados obtidos, serão determinados protocolos de treinamentos dos músculos respiratórios, promovendo assim, um fortalecimento e aumento da resistência à fadiga dos músculos<sup>8</sup>.

Sabe-se que, o aumento da aptidão cardiorrespiratória (ACR) está associado à diminuição da morbidade e mortalidade, tanto na população saudável quanto nos indivíduos com alto risco de doenças cardíacas e respiratórias<sup>9</sup>. Além disso, também é eficaz na prevenção de doenças como síndrome metabólica, câncer de mama, câncer de cólon, câncer de próstata, câncer de pâncreas, diabetes, hipertensão, asma, artrite, osteoporose e doença de Alzheimer<sup>9</sup>.

Para avaliar a ACR é necessário mensurar consumo máximo de oxigênio (VO<sub>2</sub>máx), visto que ele indica a capacidade máxima de absorção, transporte e consumo de oxigênio (VO<sub>2</sub>)<sup>10</sup>. Considera-se VO<sub>2</sub>máx o maior valor de VO<sub>2</sub> alcançado no pico de esforço que será utilizado para a ACR<sup>10</sup>. O resultado desta variável se dá através de uma união dos sistemas respiratórios, cardiovascular e neuromuscular, trazendo uma medida de VO<sub>2</sub>máx que se torna fundamental para quantificar o nível de condição física<sup>11</sup>.

Sabendo que a fadiga muscular respiratória compromete o exercício físico em indivíduos saudáveis<sup>2</sup>, e que ainda não há um protocolo fixo de quais testes são melhores para

avaliação, carga necessária, tempo de aplicação, duração do tratamento para o TMR<sup>12</sup>. O objetivo geral desta pesquisa foi avaliar os efeitos do TMR em indivíduos saudáveis nas pressões respiratórias e ACR.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de um estudo experimental realizado na Clínica escola de fisioterapia da Universidade do Sul de Santa Catarina – UNISUL, em Tubarão/SC, aprovado pela Comissão de Ética e Pesquisa sob nº 2.815.352. Como critérios de inclusão, os participantes deveriam assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e ser aluno do curso de Fisioterapia até o quarto semestre. Foram excluídos os universitários com doenças cardiovasculares e respiratórias, gestantes, indivíduos com histórico de neoplasia, alterações cognitivas e ou sensoriais. Durante o protocolo, os participantes foram orientados a não realizar prática de exercício físico regular e não faltar mais que 2 sessões consecutivas.

O estudo foi realizado em duas etapas, a primeira foi composta por uma avaliação de alunos através da mensuração da pressão inspiratória máxima (PI<sub>máx</sub>) e pressão expiratória máxima (PE<sub>máx</sub>) através do manovacuômetro digital da marca Globalmed® (modelo MVD 500). Para esta medida, o indivíduo ficou sentado, utilizando um clipe nasal e foi orientado a realizar uma inspiração com sua força máxima, o maior valor em três tentativas foi anotado. O mesmo foi realizado com a expiração. Os valores previstos foram calculados conforme Costa et al<sup>7</sup>. Para os homens: Pimáx:  $y = -0,80 \times \text{idade} + 155,3$  e Pemáx:

$y = -0,81 \times \text{idade} + 165$  e para as mulheres: Pimáx:  $y = -0,49 \times \text{idade} + 110,4$  e Pemáx:  $y = -0,61 \times \text{idade} + 115,6$

Já na segunda etapa, foram selecionados para o TMR indivíduos com PI<sub>máx</sub> (%) < mediana e divididos em dois grupos de intervenção: Grupo Controle (GC) e Grupo Experimental (GE), através do sorteio de cara ou coroa, metade no GC e a outra metade no GE.

Após, os participantes selecionados foram convidados a uma avaliação do peso e altura para obtenção do índice de massa corpórea (IMC=peso/altura<sup>2</sup>) e para realizar o teste de 1 milha sendo um teste submáximo com objetivo de quantificar VO<sub>2</sub>máx. Logo após terminar o percurso, o participante sentava numa cadeira para a verificação da FC por meio de oximetria de pulso.. Foi usado o cálculo do Pitanga<sup>13</sup> para calcular o valor de VO<sub>2</sub>máx. Onde, conforme a expressão abaixo, PC= Peso corporal, Sexo= 0 (mulheres) e 1 (homens), Tempo= gasto para correr 1.600m, em minutos e FC= frequência cardíaca ao final do teste em bpm.

$$\text{VO}_2\text{máx (ml/kg/min)} = 132,853 - (0,0769 \times \text{PC}/0,454) - (0,3877 \times \text{idade}) + (6,3150 \times \text{sexo}) - (3,2649 \times \text{tempo}) - (0,1565 \times \text{FC}).$$

O protocolo de TMR do GE foi desenvolvido como aparelho PowerBreathe Plus® de média intensidade, com carga de 50% da PI<sub>máx</sub> do indivíduo, ajustado semanalmente conforme a reavaliação da PI<sub>máx</sub>. O indivíduo ficou sentado numa maca na posição de Fowler 45°, e era solicitado para o participante que ele colocasse o bocal do aparelho na sua boca, de forma que ficasse completamente vedado. O avaliador orientava o comando de “respire devagar pelo aparelho por 15 vezes”. Foram

feitos 3 séries de 15 respirações. Após uma série, o indivíduo fazia uma pausa de 1 minuto para descansar entre as séries. Foram atendidos num total de 12 sessões distribuídas em 2-3 vezes por semana.

No GC o protocolo foi feito com espirômetro de incentivo Respirom®, adaptando o nível de dificuldade conforme o esforço do participante. Para esta intervenção, o indivíduo ficou sentado numa maca na posição de Fowler 45°, e era solicitado para o participante que ele colocasse o bocal do aparelho na sua boca, de forma que fique completamente vedado. O avaliador indicava o comando de "respire devagar pelo aparelho por 15 vezes". Foram feitos 3 séries de 15 respirações. Após uma série, o indivíduo fazia uma pausa de 1 minuto para descansar entre as séries.

Foram realizadas 12 sessões 2 a 3 vezes por semana. A escolha deste dispositivo e do procedimento de intervenção no GC foi feita com o objetivo de não provocar efetivamente um TMR.

Ao final dos atendimentos foram efetuadas as reavaliações de P<sub>lmáx</sub> e P<sub>Emáx</sub> e o teste de 1 milha. Os dados foram tabulados em uma planilha do Excel 2010® e analisados no programa estatístico SPSS 20.0®. As variáveis quantitativas foram descritas por meio de medidas de tendência central e dispersão, e as

variáveis categóricas descritas em números absolutos e proporções. Para comparação das variáveis idade, sexo, IMC, P<sub>lmáx</sub>, P<sub>Emáx</sub> e VO<sub>2máx</sub> entre os grupos, usou-se o teste de ANOVA ou exato de Fischer conforme o tipo de variável ( $p < 0,05$ ). Para análise do efeito da intervenção na P<sub>lmáx</sub>, P<sub>Emáx</sub> e VO<sub>2máx</sub> foi realizado o teste de Wilcoxon ( $p < 0,05$ ).

## **RESULTADOS**

Participaram do estudo 45 indivíduos, sendo 36 (80,0%) do sexo feminino com mediana (p25-p75) de idade de 19,0 (18,0-22,0) anos. O valor de P<sub>lmáx</sub> foi de 73,0 (47,0-93,0) cmH<sub>2</sub>O e P<sub>Emáx</sub> de 65,0 (49,5-86,5) cmH<sub>2</sub>O. Observou-se que a maioria dos participantes possuíam uma %P<sub>lmáx</sub> de 63,0 (45,3-81,3)% e uma %P<sub>Emáx</sub> de 61,7 (45,8-73,1)% abaixo do predito, considerando 80% como limite da normalidade.

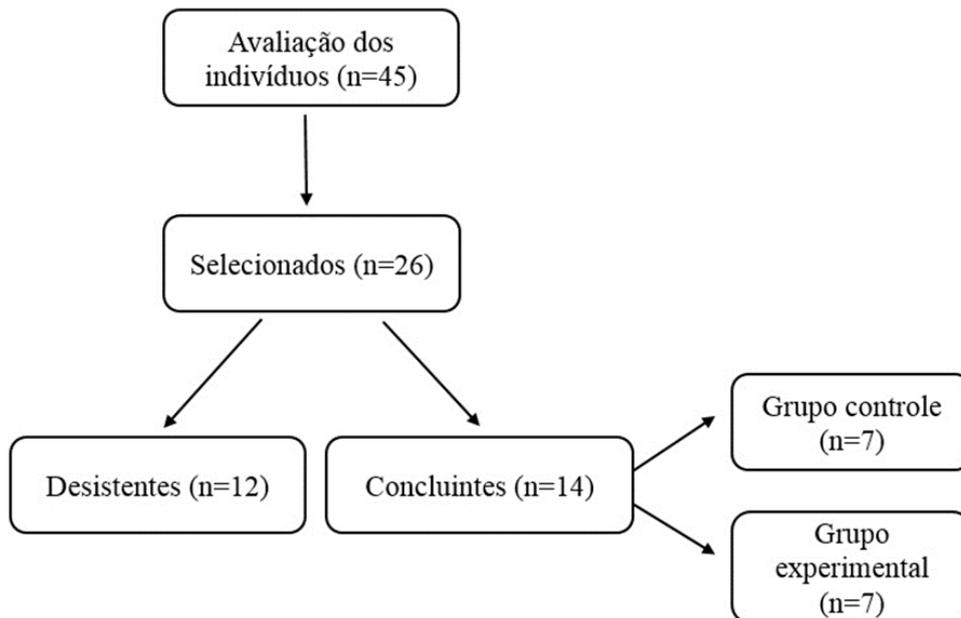
Deste total de participantes, foram selecionados 26 participantes com P<sub>lmáx</sub> (%) < mediana da amostra inicial. Entretanto, apenas 14 participantes concluíram o experimento, tendo uma perda amostral 12 participantes. Conforme fluxograma abaixo (Figura 1).

A tabela 1 descreve o perfil da amostra separando por idade, sexo, IMC e os valores de P<sub>lmáx</sub>, P<sub>Emáx</sub> e VO<sub>2máx</sub> pré intervenção.

**Tabela 1-** Comparação entre GC e GE pré intervenção.

	Grupo controle	Grupo Experimental	p
	Mediana (p25-p75)	Mediana (p25-p75)	
<b>Idade</b>	19,0 (18,0-20,0)	19,0 (18,0-22,0)	0,697
<b>Sexo#</b>			
Fem	4 (57,1)	6 (85,7)	0,280
Masc	3 (42,9)	1 (14,3)	
<b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b>	22,5 (21,4-22,9)	23,1 (19,6-23,5)	0,788
<b>PImáx (cmH<sub>2</sub>O)</b>	64,0 (44,0-93,0)	41,0 (22,0-71,0)	0,150
<b>PImáx (%)</b>	52,4 (43,3-69,6)	41,2 (21,8-58,8)	0,222
<b>PEmáx (cmH<sub>2</sub>O)</b>	60,0 (33,0-93,0)	49,0 (25,0-87,0)	0,609
<b>PEmáx (%)</b>	56,1 (31,5-62,5)	46,8 (24,5-58,1)	0,981
<b>VO<sub>2</sub>máx (ml/kg/min)</b>	47,5 (40,9-53,5)	43,5 (42,1-47,1)	0,315

Pimáx- Pressão inspiratória máxima, PEmáx- pressão expiratória máxima, VO<sub>2</sub>máx- volume máximo de oxigênio, IMC- índice de massa corporal, Fem- feminino, Masc- masculino. Teste de ANOVA, #n(%), teste de qui-quadrado.

**Figura 1-** Fluxograma da amostra do estudo

Pode-se analisar na Figura 2 a comparação entre grupos, avaliando pré e pós intervenção dos parâmetros PImáx, PEmáx e VO<sub>2</sub>máx. Houve aumento estatisticamente significativo no PImáx do GC e PImáx e PEmáx do GE. No parâmetro de VO<sub>2</sub>máx não se observaram diferenças significativas nos dois grupos.

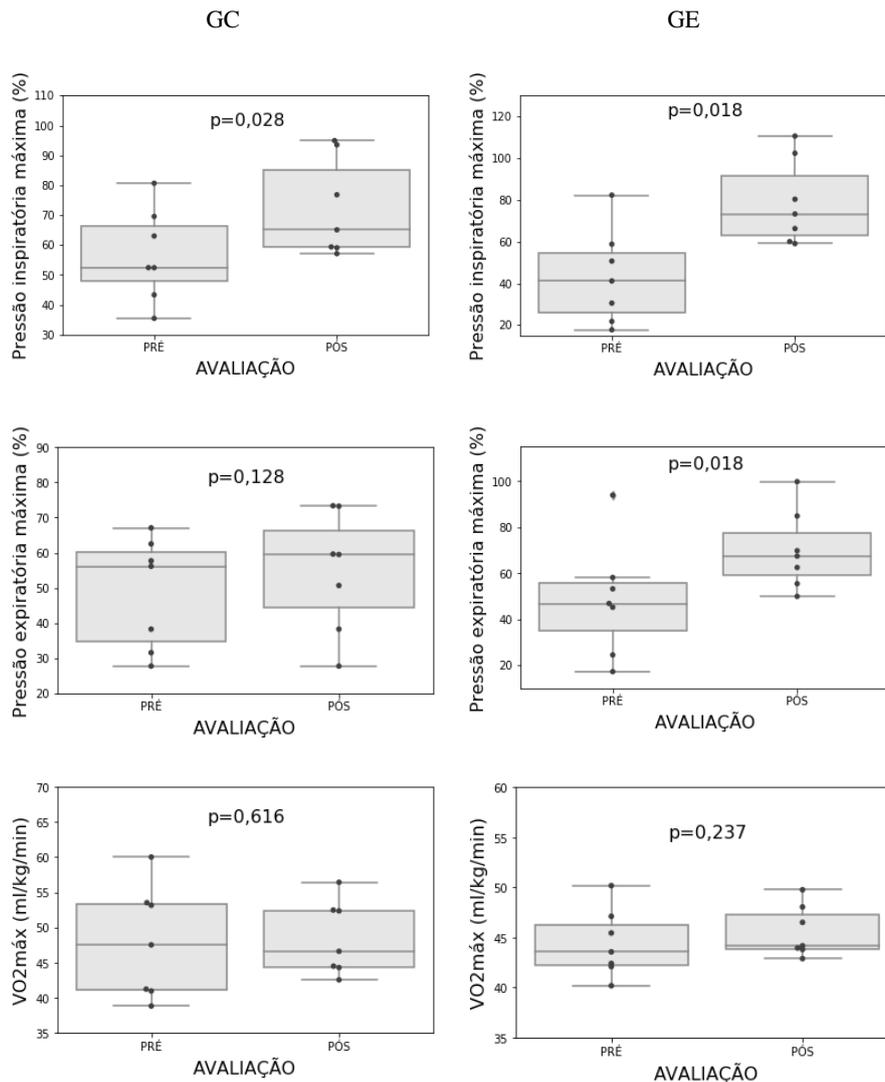
Na avaliação dos GC e GE pós intervenção não foi observada diferença

estatística entre os grupos. Contudo, na análise da diferença ( $\Delta$ ) entre pré e pós intervenção, apenas o VO<sub>2</sub>máx não demonstrou alteração significativa. As demais variáveis relacionadas às pressões respiratórias obtiveram um incremento no grupo experimental (Tabela 2).

**Tabela 2-** Comparação entre GC e GE pós-intervenção.

	<b>Grupo controle</b> <b>Mediana (p25-p75)</b>	<b>Grupo Experimental</b> <b>Mediana (p25-p75)</b>	<b>P</b>
<b>PImáx (cmH<sub>2</sub>O)</b>	87,0 (60,0-107,0)	73,0 (61,0-102,0)	1,000
<b><math>\Delta</math>PImáx(cmH<sub>2</sub>O)</b>	20,0 (7,0-31,0)	32,0 (22,0-45,0)	0,048
<b>PImáx (%)</b>	65,1 (59,1-93,5)	73,3 (60,1-102,4)	0,517
<b><math>\Delta</math>PImáx (%)</b>	14,2 (7,0-24,4)	32,1 (21,5-44,5)	0,014
<b>PEmáx (cmH<sub>2</sub>O)</b>	62,0 (40,0-105,0)	71,0 (58,0-102,0)	0,596
<b><math>\Delta</math>PEmáx(cmH<sub>2</sub>O)</b>	9,0 (2,0-16,0)	24,0 (14,0-40,0)	0,018
<b>PEmáx (%)</b>	59,5 (38,2-73,3)	67,5 (55,4-84,9)	0,121
<b><math>\Delta</math>PEmáx(%)</b>	6,3 (1,9-10,8)	22,9 (14,3-26,7)	0,011
<b>VO<sub>2</sub>máx (ml/kg/min)</b>	46,6 (44,2-52,5)	44,2 (43,8-48,0)	0,223
<b><math>\Delta</math> VO<sub>2</sub>máx (ml/kg/min)</b>	2,9 (-3,0-3,7)	0,6 (-0,6-3,6)	0,766

Pimáx- Pressão inspiratória máxima, PEmáx- pressão expiratória máxima, VO<sub>2</sub>máx- consumo máximo de oxigênio. Teste de ANOVA.

**Figura 2-** Comparação dos GC e GE pré e pós intervenção com variáveis de PImáx, PEmáx e VO<sub>2</sub>máx

Teste de Wilcoxon

## DISCUSSÃO

Dentre os principais achados deste estudo, foram encontrados um aumento da PImáx e PEmáx após o TMR, contudo sem incremento no VO<sub>2</sub>máx. A maior parte da população desta pesquisa foi composta por mulheres jovens, com média de 19 anos de idade, devido a prematuridade do ingresso a instituição de ensino superior. Nardelli et al<sup>14</sup> confirmou esses dados em seu estudo, onde ele verificou o perfil de alunos ingressantes nos

cursos da área da saúde em uma universidade federal, sendo composta por 124 participantes, em sua maioria de mulheres e com idade de 18 anos.

Em outro estudo, realizado por Correa et al<sup>15</sup>, foi analisado o perfil dos alunos ingressantes no curso de enfermagem das universidades públicas. A amostra foi composta por 421 alunos, sendo que 93,4% eram mulheres, com idade entre 18-24 anos. Sob o mesmo ponto de vista, o estudo de Souza et al<sup>16</sup> comparou o perfil dos alunos ingressantes no curso de enfermagem, obtendo uma amostra de 97

alunos, entre eles 91,75% eram do sexo feminino com idade entre 18-20 anos. Portanto, a partir destes trabalhos, pode-se presumir que há uma maioria de estudantes da área da saúde do sexo feminino, com idade entre 18 a 24 anos.

Os valores obtidos de  $PI_{m\acute{a}x}$  e  $PE_{m\acute{a}x}$  dos participantes foram abaixo do esperado para idade, conforme o cálculo baseado em Costa et al<sup>7</sup>. Logo, evidencia-se que os participantes dispunham de uma fraqueza muscular respiratória tanto no GC quanto no GE. Isto corrobora com o fato do GC ter obtido ganhos significativos de  $PI_{m\acute{a}x}$ , conforme demonstrado no estudo de Vasconcelos et al<sup>17</sup>, no qual foi comparada a técnica de liberação diafragmática e o uso do Respirom<sup>®</sup> em indivíduos saudáveis, alocados em dois grupos de 20 participantes. Em seus resultados, os pesquisadores encontraram melhora da  $PI_{m\acute{a}x}$  dos dois grupos, mas principalmente do grupo com o Respirom<sup>®</sup>, com incremento de 72 cmH<sub>2</sub>O para 93 cmH<sub>2</sub>O, aumentando em 19%.

Entretanto em um estudo realizado por Reis et al<sup>18</sup>, em que os pesquisadores compararam o efeito dos espirômetros de incentivo de fluxo e a volume em indivíduos saudáveis, observou-se que a  $PI_{m\acute{a}x}$  não obteve ganhos estatisticamente significativos em nenhum dos grupos. Em comparação com o presente estudo, a população do estudo supracitado possuía uma  $PI_{m\acute{a}x}$  maior, de 97,5-104,9 cmH<sub>2</sub>O. Assim, pode-se reiterar que o aumento da  $PI_{m\acute{a}x}$  com Respirom<sup>®</sup> neste estudo foi devido a fraqueza muscular dos indivíduos.

Em relação ao GE, foi demonstrada a melhora tanto em  $PI_{m\acute{a}x}$  quanto  $PE_{m\acute{a}x}$ . Esse achado é justificado pelo TMR com o Powebreathe plus<sup>®</sup> que fornece resistência na

inspiração, se diferenciando dos demais dispositivos por ter uma carga alta, chegando até 274cmH<sub>2</sub>O, gerando um fluxo independente e se adaptando a resistência respiratória à curva pressão x volume, gerando uma estabilização de carga ao longo da respiração, levando a uma sensação de conforto ao realizar o TMR<sup>19</sup>.

Este fator pode ser explicado no estudo de Galvan et al<sup>20</sup>, onde ele avaliou o efeito do TMR sobre a função pulmonar no pré-operatório de tabagistas. Sua amostra foi de 50 indivíduos, avaliados antes do treinamento, 10 minutos após e depois de 2 semanas da última reavaliação. O TMR foi realizado durante 2 semanas, 3 vezes na semana com exercícios de reeducação diafragmática, inspiração profunda, soluços inspiratórios e um resistor com carga de pressão linear (Threshold<sup>®</sup>), utilizando 30 a 50% do valor de  $PI_{m\acute{a}x}$ . Eles também obtiveram como resultado a melhora da  $PI_{m\acute{a}x}$  e  $PE_{m\acute{a}x}$ , e justificaram em seu estudo que na inspiração, gera-se uma distensão da parede abdominal promovida pelo rebaixamento do diafragma, fazendo com que ocorra uma tensão dos músculos expiratórios, possibilitando uma produção de força. Isso se dá, pois, o aumento de força inspiratória produziu um aumento de volume pulmonar e também houve uma diminuição dos músculos inspiratórios resultando no aumento de tensão dos músculos expiratórios.

Também pode-se exemplificar esse achado no estudo de Nunes Junior et al<sup>21</sup>, que analisou o efeito do TMR de alta intensidade em jogadores de rugby. Foram selecionados para amostra 20 jogadores saudáveis divididos em grupo experimental e grupo controle. O

protocolo de treinamento experimental era alongamento e fortalecimento de músculos do tronco, e aquecimento de 10 minutos com o dispositivo (Breather plus TMR Power®) e o TMR foi realizado 10 minutos depois do aquecimento, feito 30 respirações usando 80% da P<sub>lmáx</sub>, durante 12 semanas. O grupo controle fez o mesmo protocolo, mas sem carga no dispositivo. Para a mensuração de VO<sub>2máx</sub> eles utilizaram o teste de Yoyo antes e depois da intervenção. Em seus resultados eles acharam a melhora da P<sub>lmáx</sub> 38%, PEmáx 32%, e do VO<sub>2máx</sub> 13%, no grupo experimental, o grupo controle não apresentou resultados significativos. Mediante o exposto, podemos reafirmar que o TMR produz o aumento significativo da P<sub>lmáx</sub> e PEmáx.

Em um estudo realizado por Silva et al<sup>22</sup>, observou-se que o TMR melhorou o desempenho de jogadores de futebol, aumentando a velocidade e a tolerância ao exercício, além do fortalecimento de P<sub>lmáx</sub>, que melhorou significativamente com o Powerbreathe®. Eles usaram uma carga de 50%, 15-30 respirações durante 2 semanas.

Da mesma forma, o estudo de Silva et al<sup>23</sup> avaliou o efeito do TMR em atletas de futebol. A amostragem do estudo foi composta por 30 jogadores saudáveis, divididos em grupo experimental e grupo controle. O protocolo de TMR constituiu em 2 séries de 30 respirações, feitas 3 vezes por semana com carga de 50% da P<sub>lmáx</sub> utilizando o dispositivo Powerbreathe® durante 6 semanas. O grupo controle não realizou este protocolo. Obteve-se como resultado no grupo experimental aumento do P<sub>lmáx</sub> de 109mH<sub>2</sub>O para 146mH<sub>2</sub>O. Em relação ao VO<sub>2máx</sub>, o Teste de Cooper indicou

aumento significativo apenas no grupo experimental..

Entre os poucos estudos que analisaram o TMR em indivíduos saudáveis, destaca-se o estudo de Esteves et al<sup>24</sup>, que analisou qual seria o impacto do TMR na P<sub>lmáx</sub>. A amostra contou com 20 estudantes do ensino superior, com média de idade 19 anos, divididos em dois grupos. O grupo experimental utilizou um protocolo de 75% da P<sub>lmáx</sub>, com 5 séries de 12 respirações durante de 5 semanas com o dispositivo Powerbreathe classic® e o controle não teve intervenção. Obteve-se como resultado a melhora da P<sub>lmáx</sub> com média de 82cmH<sub>2</sub>O para 134 cmH<sub>2</sub>O, no grupo experimental.

Neste mesmo estudo, também foi avaliado qual seria o impacto no VO<sub>2máx</sub> dos participantes. Entretanto os autores não alcançaram resultados satisfatórios com o TMR, sendo assim ele não influenciou no VO<sub>2máx</sub> de indivíduos saudáveis. No presente estudo a variável de VO<sub>2máx</sub> não apresentou alteração significativa, corroborando com o estudo anterior, desta maneira não foi possível evidenciar que o TMR aumenta o VO<sub>2máx</sub>. Isso pode ser justificado pelo pequeno número amostral e pelo método de avaliação, visto que foi utilizado um teste submáximo para estimar o VO<sub>2máx</sub>. Medidas mais fidedignas devem ser realizadas com teste ergospirométrico, que possui alto custo e deve ser realizado com supervisão médica e monitoramento de esforço máximo.

Sob o mesmo ponto de vista, Sperlich et al<sup>25</sup> realizou um estudo que avaliava se o TMR aumenta a performance do exercício. Sua população amostra foi composta de 17

indivíduos saudáveis da polícia da Alemanha, divididos em grupo experimental que realizava 30 respirações, 2 vezes por dia com carga de 90% da  $PI_{máx}$  em um dispositivo de resistência (Ultrabreathe®), durante 6 semanas. Já o grupo controle realizou o mesmo protocolo, mas sem o dispositivo de resistência. Para avaliar o  $VO_{2máx}$  os pesquisadores utilizaram um teste máximo em uma esteira, conforme o indivíduo avançava a velocidade e a inclinação aumentavam (1,5%) até levar a fadiga. Em relação aos resultados, o  $VO_{2máx}$  não apresentou relevância estatística, pois aumentou em média de 53,5 a 55,4 ml/kg/min no grupo experimental e no controle 55,7 a 55,8 ml/kg/min. Do mesmo modo, a  $PI_{máx}$  também não apresentou diferença significativa, aumentando em média de 90,50 para 100,64cmH<sub>2</sub>O. Em sua justificativa eles relatam que os indivíduos podem ter se acostumado com o teste máximo ou os fatores emocionais poderiam ter afetado o desempenho. Sendo assim, outras possíveis suposições do presente estudo não obter resultados positivos no  $VO_{2máx}$ , seria pelo efeito aprendido do teste e/ou ainda por fatores motivacionais.

Na revisão sistemática realizada por Shei<sup>3</sup>, foram descritos os avanços na compreensão do efeito ergogênico que o TMR causa em indivíduos saudáveis. Vale destacar alguns artigos mencionados em sua revisão, como o estudo de Cybulska<sup>26</sup> em 2015, que constatou a melhora do  $VO_{2máx}$  utilizando o TMR em mulheres de 20 a 35 anos e o estudo de Mishchenko<sup>27</sup> em 2017 que evidenciou a melhora do TMR e do  $VO_{2máx}$  em universitárias jovens. Entretanto o trabalho de Bell et al<sup>28</sup>, descrito nesta revisão, não evidenciou

resultados satisfatórios no  $VO_{2máx}$ . Os pesquisadores justificam isso ao protocolo de TMR que foi menor que os demais, sendo realizado 10 respirações, de 1 a 3 vezes por dia durante 9 semanas. O presente estudo também usou um protocolo menor e, somado ao tipo de teste escolhido para a mensuração de  $VO_{2máx}$ , não foi evidenciado o incremento significativo nesta variável.

Como limitação deste estudo pode-se descrever a dificuldade na aderência dos participantes ao TMR, visto a perda amostral apresentada. Isso pode ser justificado pelas faltas às sessões de intervenção. Certamente, uma amostra maior seria mais adequada para detectar pequenas diferenças estatísticas. Talvez, um protocolo de TMR com maior frequência semanal e tempo de duração possa obter um resultado significativo no incremento do  $VO_{2máx}$  de indivíduos saudáveis. Outro fator que pode ter contribuído para a ausência de efeito do TMR no  $VO_{2máx}$  foi a medida desta variável por meio de um teste submáximo. Pondera-se que a utilização de um teste máximo pudesse melhorar precisão do  $VO_{2máx}$ .

## CONCLUSÃO

Conclui-se que o TMR com o dispositivo Powebreathe plus® foi eficaz para aumentar a  $PI_{máx}$  e  $PE_{máx}$ , mas não trouxe evidências que alterem a  $VO_{2máx}$  em adultos jovens. Desta forma os autores sugerem novos estudos abordando o presente tema com uma amostra maior e um protocolo de TMR mais extenso.

## REFERÊNCIAS

1. Gambarato G. Fisioterapia respiratória em unidade de terapia intensiva. 1 ed. Atheneu, editor. São Paulo; 2006. 329 p.
2. 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. *Sport Med.* 2012;42(8):707–24.
3. Shei R-J. Recent advancements in our understanding of the ergogenic effect of respiratory muscle training in healthy humans: a systematic review. *J Strength Cond Res.* 2018;32(9):2665–76.
4. Ribeiro JP, Chiappa GR, Callegaro CC. Contribuição da musculatura inspiratória na limitação ao exercício na insuficiência cardíaca: mecanismos fisiopatológicos. *Rev Bras Fisioter.* 2012;16(4):261–7.
5. Cunha CS, Santana ERM, Fortes RA. Técnicas de fortalecimento da musculatura respiratória auxiliando o desmame do paciente em ventilação mecânica invasiva. *Cad UniFOA.* 2008;06:80–6.
6. Vašíčková J, Neumannová K, Svozil Z. The effect of respiratory muscle training on swimming performance. *J Sport Sci Med.* 2017;16:521–6.
7. Costa D, Gonçalves H, Lima L, Ike D, Cancelliero KM, Mantebelo MI de L. Novos valores de referência para pressões respiratórias máximas na população brasileira. *J Bras Pneumol.* 2010;36(3):306–12.
8. Silva KN e, Martins NC, Silveira JM, Reis GR. Músculos respiratórios: fisiologia, avaliação e protocolos de treinamento. *Rev Cereus.* 2012;3(2).
9. Rehn TA, Winett RA, Wisloff U, Rognmo O. Increasing physical activity of high intensity to reduce the prevalence of chronic diseases and improve public health. *Open Cardiovasc Med J.* 2013;7:1–8.
10. Herdy AH, Caixeta A. Classificação nacional da aptidão cardiorrespiratória pelo consumo máximo de oxigênio. *Arq Bras Cardiol.* 2016;106(5):389–95.
11. Kravchychyn ACP, Alves JCC, Kravchychyn TP, Nogueira GÁ, Machado FA. Comparação entre os métodos direto e indireto de determinação do VO<sub>2</sub>máx de praticantes de corrida. *Revi Bras Med Esporte.* 2015;21(1):17–21.
12. Sales AT do N, Fregonezi GADF, Ramsook AH, Guenette JA, Lima INDF, Reid WD. Respiratory muscle endurance after training in athletes and non-athletes: A systematic review and meta-analysis. *Phys Ther Sport.* 2016;17:76–86.
13. Pitanga FJG. Teste, medidas e avaliação em educação física e esportes. 5 ed. São Paulo; 2008. 223 p.
14. Nardelli GG, Gaudenci EM, Garcia BB, Carleto CT, Gontijo LM, Pedrosa LAK. Perfil dos alunos ingressantes dos cursos da área da saúde de uma universidade federal. *Rev Enferm e Atenção à Saúde.* 2013;2(01):03–12.
15. Correa AK, Prebill GM, Ruiz JC, SOUZA MCBM, Santos RA.. O Perfil Do Aluno Ingressante Em Um Curso De Bacharelado E Licenciatura Em Enfermagem De Uma Instituição De Ensino Superior Pública Educação em Revista. 2018; 34:e185913.
16. Souza NVD de O, Penna LHG, Cunha L dos S, Baptista A de AS, Mafra IF, Mariano DC de A. Perfil Socioeconômico E Cultural Do Estudante Ingressante No Curso De Graduação Em Enfermagem. *Rev enferm UERJ.* 2013;21 (esp.2):718–22.
17. Vasconcelos SS, Viana NSP, Mont’Alverne DGB, Freitas IMP, Gouveia SSV, Moraes GP de, et al. Estudo comparativo entre a técnica de liberação diafragmática e o uso de incentivador respiratório em indivíduos normais. *Ter man.* 2011;9(46):756–62.
18. Reis IMM dos, Pessoa-Santos BV, Vanelli RPB-, Lorenzo VAP Di, Jamami M. Efeitos do treinamento com espirômetros de incentivo a fluxo e a volume em indivíduos saudáveis. *Rev Bras Ciência e Mov.* 2015;23(2):104–12.
19. Nepomuceno Junior BRV, Gómez TB, Gomes Neto M. Use of powerbreathe® in inspiratory muscle training for athletes: systematic review. *Fisioter Mov.* 2016;29(4):821–30.
20. Galvan CCR, Cataneo AJM. Effect of respiratory muscle training on pulmonary function in preoperative preparation of tobacco smokers. *Acta Cir Bras.* 2007;22(2):98–104.
21. Nunes Júnior A de O, Donzeli MA, Shimano SGN, de Oliveira NML, Ruas G, Bertonecello D. Effects of high-intensity inspiratory muscle training in rugby players. *Rev Bras Med do Esporte.* 2018;24(3):216–9.
22. Cavalcante Silva RL, Hall E, Maior AS. Inspiratory muscle training improves performance of a repeated sprints ability test in professional soccer players. *J Bodyw Mov Ther.* 2019;
23. Silva HP da, Moura TS de, Silveira F dos S. Efeitos do treinamento muscular inspiratório em atletas de futebol. *Rev Bras Prescrição e Fisiol do Exerc.* 2018;12(76):616–23.
24. Esteves F, Santos I, Valeriano J, Tomás MT, Fisioterapia L, Superior E, et al. Treino de músculos

**Hendler, EP; Kock, KS.**

inspiratórios em indivíduos saudáveis: estudo randomizado controlado. *Saúde Tecnol.* 2016;15:5-11.

25. Sperlich B, Fricke H, Marées M de, Linville JW, Mester J. Does Respiratory Muscle Training Increase Physical Performance? *Mil Med.* 2009;174(9):977-82.

26. Cybulska A, Drobnik P. An assessment of the impact of special training of inspiratory muscles in a fitness classes programme on physical capacity of 20-25-year-old women. *J Gdansk Univ Phys Educ Sport Gdansk.* 2015;7(4):37-47.

27. Mishchenko V, Sawczyn S, Cybulska A, Pasek M. Special Training of Inspiratory Muscles in Fitness Activities and Exercise Capacity in Young Women. *Hum Mov.* 2017;18(3):46-54.

28. Bell GJ, Game A, Jones R, Webster T, Forbes SC, Syrotuik D. Inspiratory and expiratory respiratory muscle training as an adjunct to concurrent strength and endurance training provides no additional 2000 m performance benefits to rowers. *Res Sport Med.* 2013;21(3):264-79.