

## Análise da eficácia de incentivador respiratório a fluxo sobre a força muscular respiratória, resistência e tolerância ao exercício em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica

*Analysis of the efficacy of respiratory incentive to flow on respiratory muscle strength, endurance and exercise tolerance in patients with chronic obstructive pulmonary disease*

Nathalie Neves Rosa , Renata Escorcio 

### RESUMO

**Objetivo:** Avaliar a eficácia de um equipamento a fluxo para o fortalecimento e resistência da musculatura respiratória, tolerância ao exercício e na qualidade de vida em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica. **Método:** Trata-se de estudo transversal, do tipo experimental, em que foram avaliados e tratados nove pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica. Na avaliação, a força muscular respiratória foi mensurada por meio do manovacuômetro, a resistência muscular respiratória verificada mediante o uso do Threshold®, a tolerância ao exercício físico examinada pelo teste de caminhada de seis minutos, a qualidade de vida avaliada pelo Questionário de Saint George na Doença Respiratória e, por fim, o treinamento foi realizado com incentivador respiratório a fluxo. **Resultados:** Houve melhora significativa da pressão inspiratória máxima em comparação com os valores do pré e pós-treinamento ( $-84,2 \pm 23,9$  e  $-107,7 \pm 16,7$ ;  $p=0,001$ ), porém não houve melhora significativa na tolerância ao exercício, na endurance muscular respiratória e tampouco na qualidade de vida. **Conclusão:** O treinamento muscular respiratório a fluxo foi eficaz para melhorar a força muscular respiratória em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica.

**Palavras-chave:** testes de função respiratória; músculos respiratórios; treinamento de resistência; doença pulmonar obstrutiva crônica.

### ABSTRACT

**Objective:** To evaluate the efficacy of a flow equipment for respiratory muscle strength and endurance, exercise tolerance, and quality of life in patients with chronic obstructive pulmonary disease. **Method:** This is a cross-sectional, experimental study, in which they were evaluated and treated nine patients with obstructive pulmonary disease chronic. In the assessment, respiratory muscle strength was measured using of the manovacuumeter, the respiratory muscle resistance verified by the use of Threshold®, exercise tolerance examined by the test six-minute walk, quality of life assessed by Saint George Questionnaire on Respiratory Disease and, finally, the training was carried out with a flow respiratory stimulator. **Results:** There was a significant improvement in MIP compared to pre- and post-training values ( $-84.2 \pm 23.9$  and  $-107.7 \pm 16.7$ ;  $p=0.001$ ), but there was no significant improvement in exercise, respiratory muscle endurance, and quality of life. **Conclusion:** Respiratory muscle flow training was effective in improving respiratory muscle strength in patients with chronic obstructive pulmonary disease.

**Keywords:** respiratory function tests; respiratory muscles; resistance training; pulmonary disease, chronic obstructive.

<sup>1</sup>Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, Faculdade de Ciências Humanas e da Saúde – Sorocaba (SP), Brasil. Autora correspondente: Nathalie Neves Rosa – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, Faculdade de Ciências Humanas e da Saúde – Rua Monte Alegre, 984 – CEP: 05014-901 Perdizes – São Paulo (SP), Brasil – E-mail: nathalieneves1@gmail.com

Recebido em 12/02/2019. Aceito para publicação em 10/09/2019.

## INTRODUÇÃO

A doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) é uma enfermidade prevenível e tratável, porém não curável, que é caracterizada por uma obstrução irreversível das vias aéreas inferiores em virtude do acúmulo de secreção associado a um processo inflamatório crônico, anormal, em resposta a partículas nocivas ao trato respiratório, limitando o fluxo aéreo. São consideradas DPOC as patologias bronquite crônica e enfisema.<sup>1,2</sup>

Entre as várias formas de DPOC, suas principais causas são a poluição e o tabagismo, sendo que o tabagismo continua a ser o fator de risco mais importante para o desenvolvimento da doença, uma vez que em torno de 10 a 15% dos fumantes são diagnosticados com DPOC.<sup>1,2</sup>

Apesar de o tabagismo estar diminuindo no Brasil e nos Estados Unidos, esse hábito tem aumentado em escala mundial, assim como a poluição ambiental e outras exposições nocivas, provocando também o aumento da incidência de pacientes com DPOC. Os números indicam cerca de mais de 7 milhões de casos no Brasil e 210 milhões no mundo. A estimativa é de que a doença se torne a terceira principal causa de morte por volta de 2020.<sup>1,3</sup>

Além do estresse oxidativo provocado pela fumaça do cigarro, a obstrução das vias aéreas inferiores que ocorre na DPOC provoca uma limitação do fluxo aéreo expiratório, de modo que o ar entra durante a inspiração, mas não consegue sair na expiração, podendo levar a uma hiperinsuflação e ao acúmulo de dióxido de carbono no sangue (hipercapnia).<sup>1</sup>

A hiperinsuflação e o estresse oxidativo fazem com que a respiração se torne rápida e superficial, o que pode contribuir para o enfraquecimento dos músculos respiratórios. Esse comportamento do respirar resulta em mudanças estruturais, tais como diminuição da cúpula do diafragma, encurtamento das fibras musculares respiratórias, o que leva ao aumento nas fibras musculares do tipo II e à diminuição das fibras musculares do tipo I,<sup>4</sup> prejudicando a possibilidade de contração desses músculos e tornando a troca gasosa ineficiente, o que parece contribuir para dispneia, diminuição da tolerância ao exercício e insuficiência ventilatória durante ações exacerbadas. Além disso, tais sintomas podem estar associados a sintomas de depressão, ansiedade, fadiga, dificuldades para dormir e dor, diminuindo a qualidade de vida.<sup>5-10</sup>

Alguns estudos sobre treinamento da musculatura respiratória têm mostrado adaptações naturais do diafragma, como aumento na capacidade oxidativa, melhora no desempenho do sistema neuromuscular e maior resistência à fadiga. Em vista disso, o treinamento muscular respiratório é considerado uma modalidade terapêutica adequada para indivíduos que apresentam fraqueza de musculatura respiratória, mas ainda há dúvidas quanto ao melhor método a ser utilizado para tal tratamento.<sup>5,8,11</sup>

A hiperinsuflação também é um dos principais causadores da dispneia em pacientes com DPOC durante o exercício físico, portanto é um grande limitador da tolerância ao exercício.<sup>12</sup>

Um dos testes utilizados para avaliação da tolerância ao exercício é o teste de caminhada de seis minutos (TC6),

que avalia as respostas do indivíduo ao exercício físico de forma global e integrada de todos os sistemas envolvidos durante a prática.<sup>13,14</sup>

Ainda, há a hipótese de que o treinamento muscular em pacientes com DPOC pode melhorar o desempenho em exercícios físicos, melhorando assim seu desempenho no TC6.<sup>15</sup> O método mais utilizado na fisioterapia para o treinamento muscular respiratório se dá pelo uso de incentivadores respiratórios, que exercitam a respiração com o objetivo de provocar a reexpansão pulmonar, o aumento da permeabilidade das vias aéreas e o fortalecimento dos músculos respiratórios por meio da resistência à respiração espontânea do paciente.<sup>16,17</sup>

Entre esses métodos encontra-se o uso do Respirom®, um dispositivo volumétrico que mantém em um estojo transparente esferas que se elevam pela inspiração, que é feita através de um bocal. Muito utilizado na prática clínica para melhorar a expansibilidade pulmonar, nesse aparelho o fluxo aéreo é variável em virtude do incentivo para trabalhar uma inspiração sustentada máxima, usando bolinhas como incentivo visual, de forma que o paciente deve inspirar e fazer com que elas subam.<sup>16,17</sup>

Apesar de esse aparelho ser comumente utilizado para o treinamento da musculatura respiratória, tanto para prevenir complicações pré e pós-operatórias como no tratamento de pacientes com DPOC, ainda há dúvidas quanto à sua eficiência em relação às possíveis utilizações.<sup>16,17</sup>

O objetivo do presente estudo foi testar a eficácia de incentivador respiratório a fluxo na força e resistência muscular respiratória, na tolerância ao exercício e na qualidade de vida em pacientes com DPOC.

## MÉTODO

Trata-se de um estudo transversal, do tipo experimental, que buscou identificar se um incentivador respiratório a fluxo é eficaz para o fortalecimento, a resistência da musculatura respiratória, o aumento na tolerância ao exercício e melhora da qualidade de vida em pacientes com DPOC.

O projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP), sob o protocolo nº 71291317.1.0000.5482.

## Crerérios de inclusão e exclusão

No presente estudo, o critério de inclusão foi avaliar somente indivíduos com DPOC. Foram excluídos indivíduos não diagnosticados com DPOC, que possuíam diagnóstico somente de asma, que apresentassem distúrbios cognitivos que o impedissem de entender os exercícios propostos e com doenças neuromusculares progressivas.

Dessa forma, foram avaliados 10 pacientes com diagnóstico de DPOC, sendo 8 mulheres e 2 homens, no entanto um homem precisou ser excluído por ter diagnóstico de asma, finalizando a amostra com 9 pacientes.

Na avaliação, foi realizada a classificação do Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD), que consiste em uma identificação da gravidade da obstrução de

via aérea de acordo com os resultados do exame de espirometria ( $VEF_1/CVF$  e  $VEF_1$ ), que pode variar de grau 1/leve a 4/grave.<sup>18</sup>

Entre os participantes do presente estudo, a classificação GOLD foi: 5 indivíduos apresentaram grau 1/leve, 3 apresentaram grau 2/moderado e 1 teve como resultado grau 3/severo.

A pesquisa foi realizada na PUC-SP.

Os indivíduos participantes da pesquisa assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e responderam a uma ficha de anamnese.

Para se obter dados quantitativos sobre a força muscular respiratória dos indivíduos, realizou-se avaliação da pressão inspiratória máxima (PI<sub>máx</sub>) e da pressão expiratória máxima (PE<sub>máx</sub>), antes e depois do treinamento, recorrendo ao uso do manovacuômetro. A endurance muscular respiratória foi avaliada por meio do equipamento Threshold®, a tolerância ao exercício, pelo teste de caminhada de seis minutos (TC6). Por sua vez, o nível de esforço foi conferido pela escala de Borg e a qualidade de vida foi verificada mediante aplicação do Questionário de Saint George na Doença Respiratória.

Ainda foram realizados cálculos do valor predito para a idade da população brasileira, para os dados da PI<sub>máx</sub>, PE<sub>máx</sub> e TC6, tanto para o sexo masculino como para o feminino, utilizando dados da anamnese, como idade, altura e índice de massa corpórea (IMC).<sup>19,20</sup>

O teste de endurance foi obtido por meio do equipamento Threshold®, em que foi colocado uma carga inicial de 30% da PI<sub>máx</sub> realizada por cada indivíduo, aumentando 10% de cada PI<sub>máx</sub> individual em intervalos de 2 minutos, sendo considerado a maior carga individual mantida por 1 minuto.<sup>21,22</sup> Também foi avaliado o esforço pela escala de Borg a cada 10% de carga acrescentada, sendo considerado o valor de Borg da carga máxima mantida por 1 minuto.<sup>21,22</sup>

A qualidade de vida foi avaliada por meio do Questionário de Saint George na Doença Respiratória, traduzido e validado para a população brasileira. O questionário compreende três componentes: sintomas, atividade e impacto psicossocial. A pontuação varia de 0 (sem redução da qualidade de vida) a 100 (máxima redução da qualidade de vida).<sup>23,24</sup>

O TC6 foi realizado em um corredor plano, longo, em superfície estável. O curso de caminhada realizado foi de 30 m. Foram aferidas a pressão arterial, a frequência cardíaca e a saturação periférica de oxigênio no período pré e pós-teste. O esforço foi avaliado por meio da escala de Borg.<sup>14</sup>

Foram realizadas 10 sessões de treinamento muscular respiratório, 2 vezes na semana, com 4 séries de 10 repetições nas primeiras sessões. A evolução ocorreu a partir da quinta sessão de treinamento, na qual foram realizadas 5 séries de 10 repetições por meio do dispositivo Respireon®.

### Análise estatística

Inicialmente foi testada a normalidade de cada variável dependente quantitativa em escala de razão por meio do teste de aderência — Shapiro-Wilk. Depois de verificada a norma-

lidade das variáveis dependentes avaliadas, foram realizados testes estatísticos paramétricos.

Para verificar e comparar possíveis diferenças das variáveis dependentes pré e pós-treinamento da força muscular respiratória, resistência e tolerância ao exercício de participantes com DPOC, foi aplicado o teste *t* Student pareado para cada uma das variáveis.

Foi adotado  $\alpha=5\%$  (nível de significância), sendo consideradas diferenças significativas aquelas cujo valor do nível descritivo (*p*) fosse inferior a 5%.

## RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta as características antropométricas dos sujeitos da pesquisa.

Apesar do considerável aumento no número de repetições no teste de endurance e da diminuição na percepção do esforço no pós-treinamento, o resultado não foi suficiente para demonstrar diferença estatisticamente significativa, conforme apresentado na Tabela 2.

Na Tabela 3, pode-se observar a melhora significativa da PI<sub>máx</sub> pós-treinamento muscular respiratório e em relação ao valor predito.

Tabela 1. Características antropométricas da amostra.

Antropometria	Média ± DP
Idade (anos)	53,2±18,6
IMC (kg/cm <sup>3</sup> )	25,3±3,0
Estatura (m)	1,60±0,1

DP: desvio padrão; IMC: índice de massa corpórea.

Tabela 2. Comparação do teste de endurance e escala de Borg pré e pós-treinamento.

Endurance	Pré-treinamento	Pós-treinamento	Valor <i>p</i> *
Teste de endurance	19,7±8,1	30,7±15,8	0,060
Borg score	6,0±1,0	4,9±2,3	0,095

\**p*<0,05 diferença significativa.

Tabela 3. Comparação intragrupo da pressão inspiratória máxima e do valor predito pré e pós-treinamento.

	Pré-treinamento	Pós-treinamento	Valor <i>p</i>
PI <sub>máx</sub>	-84,2±23,9	-107,7±16,7	0,001*
Predito PI <sub>máx</sub>	-86,7±8,8	-86,7±8,8	–
Valor <i>p</i>	<0,01*	<0,002*	

PI<sub>máx</sub>: pressão inspiratória máxima; \**p*<0,05 diferença significativa.

Não houve diferença significativa no valor de PEmáx após o treinamento muscular respiratório dos pacientes com DPOC. No entanto, apesar de não ser significativo, no pós-treinamento houve melhora no valor observado de PEmáx, comparado ao pré-treinamento, conforme apresentado na Tabela 4.

De acordo com a Tabela 5, pode-se observar que a distância percorrida no TC6 se aproximou do valor predito para a idade após o treinamento muscular respiratório e da melhora na percepção da dispneia pela escala de Borg.

Sobre a qualidade de vida, o treinamento muscular respiratório não foi eficiente para se perceber mudança significativa, embora o escore total tenha diminuído, conforme apresentado na Tabela 5.

Tabela 4. Comparação intragrupo de pressão expiratória máxima e do valor predito.

	Pré-treinamento	Pós-treinamento	Valor p
PEmáx	54,2±22,9	66,2±37,7	0,216
Predito PEmáx	86,9±12,1	86,9±12,1	-
Valor p	0,006*	0,075	

PEmáx: pressão expiratória máxima; \*p<0,05 diferença significativa.

## DISCUSSÃO

O treinamento muscular respiratório com incentivador respiratório a fluxo foi eficaz para melhorar a força muscular respiratória de forma significativa.

Houve melhora na distância percorrida no TC6 e na PEmáx, de modo que tais resultados se aproximaram do valor predito para a idade após o treinamento. O mesmo ocorreu em relação ao teste de endurance, em que houve melhora no número de repetições e diminuição na percepção do esforço.

A amostra foi composta em sua maioria de mulheres, o que difere de outros estudos com a população com DPOC. Sobre essa questão, pesquisas recentes apontam que, apesar de ainda haver mais homens diagnosticados com DPOC que mulheres, a mortalidade associada a tal patologia mais que dobrou entre o sexo feminino nos últimos 20 anos e atualmente é um índice que corresponde ao dos homens.<sup>18</sup> Tal fato é associado também ao envelhecimento da população e ao aumento no consumo de cigarro na população feminina, efeito cumulativo a longo prazo dos anos/maço de fumar nas mulheres.<sup>25</sup>

Outra observação é que houve baixa procura pelo tratamento da DPOC no estudo, o que pode estar associado à falta de conhecimento sobre a reabilitação pulmonar, bem como à sua importância e benefícios fora do ambiente hospitalar, apesar de sua eficácia já estar comprovada cientificamente.

No Brasil, culturalmente o tratamento da DPOC é mais voltado para a medicalização e pouco para a reabilitação pulmonar clínica, e muitos pacientes apenas realizam esse procedimento quando são hospitalizados, geralmente por exa-

Tabela 5. Teste de caminhada de seis minutos, pressão arterial, frequência cardíaca, saturação de oxigênio e qualidade de vida pré e pós-treinamento.

	Pré-treinamento	Pós-treinamento	Valor p
Distância percorrida (TC6) em metros	254,6±51,9	319,3±63,0	0,067
Valor predito	372,6±60,2	372,6±60,2	0,998
Valor p	0,00*	0,042*	
Borg início – TC6	1,9±1,3	1,9±1,7	0,12
Borg final – TC6	5,2±2,3	4,7±1,7	0,003*
PAS início – TC6	12,2±1,2	11,3±1,5	0,325
PAS final – TC6	11,6±1,5	11,1±1,0	0,275
PAD início – TC6	81,1±9,3	67,8±8,2	0,007*
PAD final – TC6	71,3±15,5	66,9±11,3	0,786
FC início – TC6	74,1±15,6	72,8±12,9	0,663
FC final – TC6	80,8±11,6	85,7±11,2	0,104
SpO <sup>2</sup> início – TC6	96,4±1,3	96,9±1,1	0,224
SpO <sup>2</sup> final – TC6	96,9±1,2	96,6±2,9	0,674
Questionário de Saint George na Doença Respiratória	24,2±12,4	23,6±13,1	0,706

\*p<0,05 diferença significativa; TC6: teste de caminhada de seis minutos; PAS início: pressão arterial sistólica ao início do TC6; PAS final: pressão arterial sistólica ao final do TC6; PAD início: pressão arterial diastólica ao início do TC6; PAD final: pressão arterial diastólica ao final do TC6; FC início: frequência cardíaca ao início do TC6; FC final: frequência cardíaca ao final do TC6; SpO<sup>2</sup> início: saturação da hemoglobina ao início do TC6; SpO<sup>2</sup> final: saturação da hemoglobina ao final do TC6.

cerbação da DPOC. Nesses casos, a reabilitação pulmonar é mais voltada para o alívio sintomático, e poucos pacientes dão continuidade a ela a longo prazo.

Ainda sobre a reabilitação pulmonar, frequentemente é uma prática que associa fortalecimento de membros inferiores e treinamento muscular respiratório, porém optou-se por realizar somente o treino muscular respiratório com o equipamento a fluxo, para avaliar a sua eficácia.<sup>15,17</sup>

No presente estudo houve um aumento significativo na PImáx, que corresponde à força muscular inspiratória dos pacientes submetidos ao treinamento muscular respiratório com o Respirom®, e, apesar de não se encontrar uma melhora significativa da PEmáx, os valores mostram que na avaliação final houve uma aproximação do valor predito para a idade após o treinamento muscular respiratório, mesmo o treinamento sendo focado na musculatura inspiratória, resultado este semelhante ao estudo de Kunikoshita et al.,<sup>26</sup> em que o treinamento muscular inspiratório melhorou tanto a PImáx quanto a PEmáx.

Optou-se por utilizar o Respirom® porque, além de oferecer resistência na inspiração, o fluxo é variável em virtude do incentivo para trabalhar uma inspiração sustentada máxima. Outra vantagem é a facilidade no manuseio, por ser um dispositivo portátil e de baixo custo, facilitando o acesso à reabilitação pulmonar para a população brasileira de baixa renda, podendo ser usado tanto em adultos como em crianças.<sup>16</sup>

A limitação ao fluxo expiratório provocado pela DPOC leva a uma respiração curta e rápida, provocando alterações estruturais e morfológicas na musculatura respiratória, tanto inspiratória quanto expiratória.<sup>4,5</sup>

Os resultados encontrados sugerem que o treinamento da musculatura inspiratória com o Respirom® não só pode melhorar a força muscular inspiratória como também pode consequentemente levar a uma melhora da força muscular expiratória. Portanto, a hipótese é de que essa conduta pode induzir mudanças estruturais internas dos músculos treinados em pacientes estáveis com DPOC.<sup>27</sup>

No estudo de Marino et al.,<sup>28</sup> observou-se que quanto maior a limitação ao fluxo aéreo, menor a tolerância ao esforço físico. Apesar de no presente estudo a amostra em sua maioria apresentar GOLD 1/leve e 2/moderado, observa-se também que os indivíduos com DPOC percorreram uma distância inferior ao valor predito para a idade no TC6, o que pode indicar que mesmo uma limitação ao fluxo expiratório leve pode diminuir o desempenho na realização de atividades de vida diária simples, como o caminhar.

No estudo de Hernandez et al.,<sup>29</sup> observou-se que indivíduos com DPOC realizam menos atividade física que indivíduos saudáveis da mesma idade. No presente estudo, os participantes relataram pouca motivação para os exercícios físicos em virtude da dispneia, e após o início do treinamento muscular respiratório relataram sentir-se mais motivados a realizar exercícios físicos, o que também pode estar relacionado à percepção na diminuição do esforço pela escala de Borg.

No Questionário de Saint George na Doença Respiratória, não houve uma melhora significativa no escore total após o término das sessões. Foi possível observar que mesmo os pacientes que possuíam classificação GOLD 1/leve e 2/moderada apresentaram uma diminuição na qualidade de vida, em que a média de escore foi acima de 20 pontos, mesmo após o treinamento. Esses mesmos pacientes relataram sentir dificuldade em subir ladeiras e caminhar em terreno irregular, por exemplo.

Já no teste de endurance, embora não tenha tido diferença estatisticamente significativa, percebeu-se melhora no número de repetições, tolerância a maiores cargas no Threshold®, bem como diminuição na percepção do esforço pela escala de Borg.

As literaturas disponíveis sobre reabilitação pulmonar com o objetivo de melhorar a endurance da musculatura respiratória são escassas, e a maioria aborda somente a respeito da força muscular respiratória e de membros inferiores, apesar de deixarem claro que também há alteração na resistência em razão das alterações morfológicas na musculatura respiratória em consequência da DPOC. Sugere-se que sejam feitos mais estudos a respeito do assunto, pois a melhora da endurance pode não só estar relacionada ao número de séries, repetições e carga, mas também ao tempo de treinamento.

## CONCLUSÃO

Conclui-se que o treinamento muscular respiratório com incentivador a fluxo é eficaz para aumentar a força muscular inspiratória em pacientes com DPOC.

Na força, na resistência muscular respiratória, na qualidade de vida e na tolerância ao exercício, os participantes apresentaram resultado inferior aos valores preditos para a idade no que se refere à PImáx e PEmáx, menor distância percorrida esperada para um adulto saudável no TC6, média de escore acima de 20 pontos no Questionário de Saint George na Doença Respiratória e maior percepção de esforço no teste de endurance no pré-tratamento.

Os dados encontrados levam a considerar que mesmo pacientes na fase inicial da doença podem apresentar alterações na musculatura respiratória, provocando diminuição na tolerância ao exercício, na força e endurance muscular respiratória e, consequentemente, diminuição na qualidade de vida. Esses pacientes, portanto, devem ser elegíveis e incentivados a iniciar a reabilitação pulmonar.

## REFERÊNCIAS

1. Vinay K, Abul KA, Nelson F, Jon CA. Robbins e Cotran: bases patológicas das doenças. 8ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2010.
2. Langer D, Probst VS, Pitta F, Burtin C, Hendriks E, Schans CPVD, et al. Guia para prática clínica: fisioterapia em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC). Rev Bras Fisioter. 2009;13(3):183-204. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-35552009005000034>

3. Mathers CD, Loncar D. Projections of Global Mortality and Burden of Disease from 2002 to 2030. *PLoS Med.* 2006;3(11):e442. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pmed.0030442>
4. Carlos SP, Dias AS, Forgiarini Júnior LA, Patrício PD, Graciano T, Nesi RT, et al. Oxidative damage induced by cigarette smoke exposure in mice: impact on lung tissue and diaphragm muscle. *J Bras Pneumol.* 2014;40(4):411-20. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-37132014000400009>
5. Ramirez-Sarmiento A, Orozco-Levi M, Guell R, Barreiro E, Hernandez N, Mota S, et al. Inspiratory muscle training in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002;166(11):1491-7. <http://dx.doi.org/10.1164/rccm.200202-075OC>
6. Dall'Ago P, Chiappa GR, Guths H, Stein R, Ribeiro JP. Inspiratory muscle training in patients with heart failure and inspiratory muscle weakness: a randomized trial. *J Am Coll Cardiol.* 2006;47(4):757-63. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jacc.2005.09.052>
7. Borge CR, Hagen KB, Mengshoel AM, Omenaas E, Moum T, Wahl AK. Effects of controlled breathing exercises and respiratory muscle training in people with chronic obstructive pulmonary disease: results from evaluating the quality of evidence in systematic reviews. *BMC Pulm Med.* 2014;14:184. <http://dx.doi.org/10.1186/1471-2466-14-184>
8. Gosselink R, De Vos J, van den Heuvel SP, Segers J, Decramer M, Kwakkel G. Impact of inspiratory muscle training in patients with COPD: what is the evidence? *Eur Respir J.* 2011;37:416-25. <http://dx.doi.org/10.1183/09031936.00031810>
9. Cancellero-Gaiad KM, Ike D, Costa D. Efeito da estimulação diafragmática elétrica transcutânea em parâmetros respiratórios de pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica. *Fisioter Pesq.* 2013;20(4):322-9. <https://doi.org/10.1590/S1809-29502013000400004>
10. Weiner P, Weiner M. Inspiratory muscle training may increase peak inspiratory flow in chronic obstructive pulmonary disease. *Respiration.* 2006;73(2):151-6. <https://doi.org/10.1159/000088095>
11. Akabas SR, Bazy AR, Dimauro S, Haddad GG. Metabolic and functional adaptation of the diaphragm to training with resistive loads. *J Appl Physiol.* 1989;66(2):529-35. <https://doi.org/10.1152/jappl.1989.66.2.529>
12. Alfonso M, Bustamante V, Cebollero P, Antón M, Herrero S, Gáldiz JB. Assessment of dyspnea and dynamic hyperinflation in male patients with chronic obstructive pulmonary disease during a six minutes walk test and an incremental treadmill cardiorespiratory exercise test. *Rev Port Pneumol.* 2017;23(5):266-72. <https://doi.org/10.1016/j.rppnen.2017.04.007>
13. Morales-Blanhir JE, Palafox VCD, Rosas RMJ, García CMM, Londoño Villegas A, Zamboni M. Teste de caminhada de seis minutos: uma ferramenta valiosa na avaliação do comprometimento pulmonar. *J Bras Pneumol.* 2011;37(1):110-7. <https://doi.org/10.1590/S1806-37132011000100016>
14. ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002;166(1):111-7. <https://doi.org/10.1164/ajrccm.166.1.at1102>
15. Iepsen UW, Munch GDW, Rughjerg M, Rinnov AR, Zacho M, Mortensen SP, et al. Effect of endurance versus resistance training on quadriceps muscle dysfunction in COPD: a pilot study. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis.* 2016;11(1):2659-69. <https://doi.org/10.2147/COPD.S114351>
16. Restrepo RD, Wettstein R, Wittnebel L, Tracy M. Incentive Spirometry 2011. *Respir Care.* 2011;56(10):1600-4. <https://doi.org/10.4187/respcare.01471>
17. Paiva DN, Assmann LB, Bordin DF, Gass R, Jost RT, Bernardo-Filho M, et al. Inspiratory muscle training with threshold or incentive spirometry: which is the most effective? *Rev Port Pneumol.* 2015;21(2):76-81. <https://doi.org/10.1016/j.rppnen.2014.05.005>
18. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease. Pocket guide to COPD diagnosis, management, and prevention. a guide for health care professionals. 2017 Report. Fontana: GOLD; 2017.
19. Costa D, Gonçalves HA, Lima LP, Ike D, Cancellero KM, Montebelo MIL. Novos valores de referência para pressões respiratórias máximas na população brasileira. *J Bras Pneumol.* 2010;36(3):306-12. <https://doi.org/10.1590/S1806-37132010000300007>
20. Soares MR, Pereira CAC. Teste de caminhada de seis minutos: valores de referência para adultos saudáveis no Brasil. *J Bras Pneumol.* 2011;37(5):576-83. <https://doi.org/10.1590/S1806-37132011000500003>
21. Leroy S, Perez T, Neviere R, Aguilaniu B, Wallaert B. Determinants of dyspnea and alveolar hypoventilation during exercise in cystic fibrosis: Impact of inspiratory muscle endurance. *J Cystic Fibrosis.* 2011;10(3):159-65. <https://doi.org/10.1016/j.jcf.2010.12.006>
22. Vendrusculo FM, Heinzmann-Filho JP, Piva TC, Marostica PJ, Donadio MV. Inspiratory muscle strength and endurance in children and adolescents with cystic fibrosis. *Respir Care.* 2016;61(2):184-91. <https://doi.org/10.4187/respcare.04231>
23. Araújo ZTS, Holanda G. Does the BODE index correlate with quality of life in patients with COPD? *J Bras Pneumol.* 2010;36(4):447-52. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-37132010000400009>
24. Camelier A, Rosa FW, Salmi C, Nascimento OA, Cardoso F, Jardim JR. Using the Saint George's Respiratory Questionnaire to evaluate quality of life in patients with chronic obstructive pulmonary disease: validating a new version for use in Brazil. *J Bras Pneumol.* 2006;32(2):114-22. <https://doi.org/10.1590/S1806-37132006000200006>

25. Soriano JB, Maier WC, Egger P, Visick G, Thakrar B, Sykes J, et al. Recent trends in physician diagnosed COPD in women and men in the UK. *Thorax*. 2000;55(9):789-94. <https://doi.org/10.1136/thorax.55.9.789>
26. Kunikoshita LN, Silva VP, Silva TLP, Costa D, Jamami M. Efeitos de três programas de fisioterapia respiratória em portadores de DPOC. *Rev Bras Fisioter*. 2006;10(4):449-55. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-35552006000400014>
27. Menezes NCS, Macedo MM, Fonseca NS, Pereira APS, Silva JM. Efeito do treinamento muscular respiratório com threshold em pacientes portadores de doença pulmonar obstrutiva crônica. In: XV Encontro Latino-Americano de Iniciação Científica; XI Encontro Latino-Americano de Pós-Graduação [Internet]. São José dos Campos: Universidade do Vale do Paraíba; 2011 [acessado em 10 jan. 2019]. Disponível em: [http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC\\_2011/anais/arquivos/0524\\_0465\\_01.pdf](http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2011/anais/arquivos/0524_0465_01.pdf)
28. Marino DM, Marrara KT, Di Lorenzo VAP, Jamami M. Teste de caminhada de seis minutos na doença pulmonar obstrutiva crônica com diferentes graus de obstrução. *Rev Bras Med Esporte*. 2007;13(2):103-6. <http://dx.doi.org/10.1590/S1517-86922007000200007>
29. Hernandez NA, Teixeira DC, Probst VS, Brunetto AF, Ramos EMC, Pitta F. Profile of the level of physical activity in the daily lives of patients with COPD in Brazil. *J Bras Pneumol*. 2009;35(10):949-56. <http://dx.doi.org/10.1590/s1806-37132009001000002>

#### **Como citar este artigo:**

Rosa NN, Escorcio R. Análise da eficácia de incentivador respiratório a fluxo sobre a força muscular respiratória, resistência e tolerância ao exercício em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica. *Rev Fac Ciênc Méd Sorocaba*. 2020;22(2):65-71. <https://doi.org/10.23925/1984-4840.2020v22i2a5>