

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA

**“EFEITOS DO TREINAMENTO MUSCULAR INSPIRATÓRIO  
E DA CINESIOTERAPIA RESPIRATÓRIA NA CAPACIDADE  
DE EXERCÍCIO, SINCRONIA TÓRACO-ABDOMINAL E NA  
FUNÇÃO MUSCULAR RESPIRATÓRIA EM PACIENTES  
COM DPOC”**

**Estudo I:** Endurance dos músculos inspiratórios de indivíduos com DPOC e saudáveis – uma proposta de avaliação com o manovacuômetro e o PowerBreathe®

**Estudo II:** Quais as diferenças entre o treinamento muscular inspiratório e a cinesioterapia respiratória quando associados a um programa de treinamento físico em pacientes com DPOC?

**Estudo III:** Treinamento muscular inspiratório associado ao treinamento físico reduz o assincronismo tóraco-abdominal em pacientes com DPOC – estudo piloto.

**Renata Pedrolongo Basso**

São Carlos-SP  
2013

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA**

**“EFEITOS DO TREINAMENTO MUSCULAR INSPIRATÓRIO  
E DA CINESIOTERAPIA RESPIRATÓRIA NA CAPACIDADE  
DE EXERCÍCIO, SINCRONIA TÓRACO-ABDOMINAL E NA  
FUNÇÃO MUSCULAR RESPIRATÓRIA EM PACIENTES  
COM DPOC”**

Tese apresentada ao Programa de Pós - Graduação em Fisioterapia do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de São Carlos como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutora em Fisioterapia. Área de concentração: Processo de Avaliação e Intervenção em Fisioterapia.

Orientanda: Renata Pedrolongo Basso.

Orientador: Prof. Dr. Dirceu Costa.

**São Carlos- SP**  
**2013**

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da  
Biblioteca Comunitária/UFSCar**

B322et

Basso, Renata Pedrolongo.

Efeitos do treinamento muscular inspiratório e da cinesioterapia respiratória na capacidade de exercício, sincronia tóraco-abdominal e na função muscular respiratória em pacientes com DPOC / Renata Pedrolongo Basso. -- São Carlos : UFSCar, 2013.

130 f.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2013.

1. Fisioterapia. 2. DPOC (Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica). 3. Músculos respiratórios. 4. Exercícios respiratórios. 5. Dispneia. I. Título.

CDD: 615.82 (20<sup>a</sup>)

## FOLHA DE APROVAÇÃO

Membros da Banca Examinadora para Defesa de Tese de Doutorado de Renata Pedrolongo Basso, apresentada ao programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da Universidade Federal de São Carlos.

Banca Examinadora



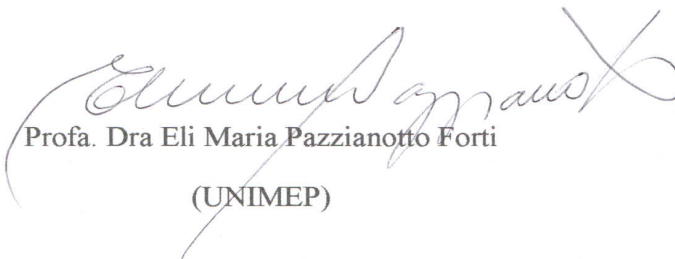
Prof. Dr. Dirceu Costa

(UFSCar)



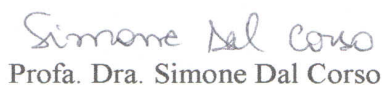
Profa. Dra Valéria Amorim Pires Di Lorenzo

(UFSCar)



Profa. Dra Eli Maria Pazzianotto Forti

(UNIMEP)



Profa. Dra. Simone Dal Corso

(UNINOVE)



Profa. Dra. Luciana Dias Chiavegato

(UNICID)

## DEDICATÓRIA

---

---

*À Deus, o amor que rege a minha vida!*

*Aos meus pais, meu exemplos de pessoas e família, por me apoiarem sempre e sobretudo pelo amor!*

*À minha irmã pelo carinho, amor e admiração!*

*Ao Beto, meu amor, meu amigo, por todo o seu amor, compreensão e incentivo!*

*Amo vocês!*

## AGRADECIMENTO

---

---

*À Deus por essa conquista, por me guiar até aqui, fortalecendo-me a cada desafio, dando coragem e paciência nos momentos mais difíceis; e por hoje poder ser grata a todas essas pessoas!*

*Ao meu orientador Prof. Dr. Dirceu Costa, a quem tenho admiração e respeito, por ter acreditado em mim e possibilitado que realizasse esse sonho! Por contribuir para o meu crescimento profissional e pessoal!*

*À Profª Drª Valéria Amorim Pires Di Lorenzo, a quem tenho também grande admiração e respeito! Por sua sensibilidade e por todos os ensinamentos de vida que proporcionaram o meu amadurecimento pessoal e profissional!*

*Ao Prof. Dr. Mauricio Jamami pela amizade e ensinamentos e por contribuir para o meu crescimento profissional e pessoal!*

*Aos professores da banca examinadora. Profª Drª Eli Maria Pazzianotto Forti, Profª Drª Valéria Amorim Pires Di Lorenzo, Profª Drª Simone dal Corso, Profª Drª Luciana Chiavegato, Prof. Dr. Michel Siva Reis, Profª Drª Luciana Maria Malosá Sampaio Jorge e Prof. Dr. Mauricio Jamami por terem enriquecido este estudo com suas valiosas críticas e sugestões.*

*À Profa Audrey Borghi Silva pelo empréstimo do equipamento utilizado no estudo e pela disponibilidade em ajudar. A sua aluna Camila Bianca Falasco Pantoni pela disposição em ajudar nas coletas, e principalmente pelo apoio e torcida!*

*Aos pneumologistas Dra. Tatiana de Moura Coelho e Dr. Antonio Delfino de Oliveira Junior e sua secretária Tânia, por serem sempre gentis e prestativos!*

*À Dra Isabela Arruda Verzola Aniceto, médica cardiologista, pela disponibilidade em me ajudar nas avaliações deste estudo*

## AGRADECIMENTO

---

---

*Aos secretários da PPG-FT Claudio e Heloisa por serem sempre gentis e prontos a ajudar!*

*À CAPES pelo apoio financeiro.*

*Aos responsáveis pela Unidade Saúde Escola (USE) e toda a equipe que viabilizaram a execução deste estudo e me acolheram com carinho e respeito.*

*À todos os pacientes que participaram. Pelo carinho e ensinamentos que transmitiram. Sem eles seria impossível a execução deste estudo!*

*À CAPES pelo apoio financeiro.*

*À amiga Ivana, amiga de todas as horas, que me faz forte nos momentos mais difíceis, pelo amor e por toda a ajuda na realização deste estudo!*

*À amiga Eloisa, pelo apoio nos momentos mais difíceis, pela troca, amizade e amor e pela ajuda na realização deste estudo!*

*Às amigas Julia e Samanta pela amizade e companheirismo! Vocês tornaram às tardes de trabalho muito mais felizes!*

*À Mariane pelo apoio e pela ajuda na realização deste estudo!*

*À amiga Renata Trimer pela ajuda, amizade e torcida!*

*Aos colegas de trabalho Rodrigo Simões e Luciana Di Tommazo Luporini pelo apoio no dia a dia, pelo carinho e torcida!*

*À D. Rosa por seu carinho e suas preocupações de mãe!*

## AGRADECIMENTO

---

---

*À toda equipe da Unidade Especial de Fisioterapia Respiratória e todos que por lá passaram ao longo desses quase sete anos, pelo acolhimento carinhoso e companheirismo!*

*Aos meus amigos, mesmo os mais distantes, por sempre torcerem por mim!*

*À Lis, um ser humano mais que especial, por ter me ensinado a ser mais forte, a acreditar em mim e a viver a vida com mais alegria! Tão fundamental nessa jornada!*

*À minha família. Meus avós Luzia e Toninho (in memorian), Norma e Carlos, pela compreensão nos momentos de ausência e, sobretudo, pelo amor e incentivo.*

*À família do meu marido, que é minha também. Por estarem sempre ao meu lado, por me amarem e me apoiarem!*

*Aos meus tios e primos pelo carinho, amizade e incentivo ao longo deste caminho.*

*E, por fim, mas principalmente...*

*Aos meus pais, por acreditarem em mim e por estarem sempre ao meu lado! À minha irmã por seu carinho, apoio e incentivo!*

*Ao Beto, o companheiro de todas as horas, por compreender meus momentos de ausência, por nunca me deixar esvaecer nos momentos de dificuldade, por sua torcida, admiração e amor!*



# EPÍGRAFE

---

---

*De tudo ficaram três coisas...  
A certeza de que estamos começando...  
A certeza de que é preciso continuar...  
A certeza de que podemos ser interrompidos antes de terminar...*

*Mas é importante que façamos....*

*Da interrupção um caminho novo...  
Da queda, um passo de dança...  
Do medo, uma escada...  
Do sonho, uma ponte...  
Da procura, um encontro!*

*(Fernando Sabino)*

## RESUMO

---

---

Esta tese resultou na elaboração de três estudos, cujos objetivos foram: Estudo I - Propor um método de avaliação da endurance muscular inspiratória, utilizando o manovacuômetro e o PowerBreathe®, e verificar sua viabilidade em pacientes com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) e indivíduos saudáveis. Estudo II – Comparar os efeitos do treinamento muscular inspiratório (TMI) e da cinesioterapia respiratória (cinesio) associados ao treinamento físico (TF) quanto ao ganho de força e endurance dos músculos inspiratórios, mobilidade tóraco-abdominal, capacidade de exercício físico e a dispneia no esforço físico em pacientes com DPOC. Verificar se há relação das mudanças obtidas após treinamento entre essas variáveis. Estudo III - Verificar se o TMI e/ou a cinesio associados ao TF podem proporcionar mudanças na força muscular inspiratória, no assincronismo tóraco-abdominal e na dispneia, no repouso e durante exercícios de membros superiores (MMSS) sem suporte. E se há diferença entre essas duas modalidades de intervenção. Participaram 19 indivíduos saudáveis (GS) e 25 pacientes com DPOC, 13 no grupo GTF+TMI e 12 no GTF+Cinesio. Foram submetidos, antes e após o treinamento, a: espirometria; medidas da pressão inspiratória (P<sub>Imáx</sub>) e expiratória máxima (P<sub>Emáx</sub>); endurance dos músculos inspiratórios, em que se determinou a pressão inspiratória máxima sustentada (P<sub>ImáxS</sub>) e o tempo limite (T<sub>lim</sub>); cirtometria; teste de caminhada de seis minutos (TC6'); teste ergométrico em esteira (TE); aplicação da escala *Medical Research Council modificada* (MRC<sub>m</sub>), e a avaliação da pletismografia respiratória de indutância (PRI). O teste de endurance dos músculos inspiratórios foi bem tolerado. Os valores da P<sub>Imáx</sub>, P<sub>Imáx</sub> %predito, P<sub>ImáxS</sub> e P<sub>ImáxS</sub>/P<sub>Imáx</sub> foram significativamente menores ( $p < 0,05$ ) nos pacientes com DPOC. Não houve diferença significativa entre DPOC e o GS quanto ao T<sub>lim</sub>. No GTF+TMI a P<sub>Imáx</sub>, P<sub>ImáxS</sub>, mobilidade abdominal foram significativamente maiores ( $p < 0,05$ ), e significativamente menor a dispneia no pico do TC6' e do TE e a MRC<sub>m</sub> pós tratamento. Porém, tanto no GTF+TMI quanto GTF+Cinesio houve aumento significativo da P<sub>Imáx</sub> e da P<sub>ImáxS</sub>, da mobilidade tóraco-abdominal, da distância percorrida no TC6' e da inclinação no TE, além de diminuição da dispneia no pico do TC6' ( $p < 0,05$ ). Somente no GTF+TMI houve diminuição do assincronismo tóraco-abdominal no repouso e em exercícios MMSS. O equipamento PowerBreathe®, associado ao manovacuômetro, torna viável o teste de endurance muscular inspiratória, tanto em indivíduos com DPOC quanto saudáveis, especialmente utilizando-se o teste de carga incremental. Ambas as intervenções aumentaram a capacidade de exercício e diminuíram a dispneia no esforço físico de forma clinicamente significativa. Porém, pela especificidade do treinamento somente o TMI foi capaz de aumentar de forma clinicamente significativa a força e a endurance muscular inspiratória o que resultou em uma mais pronunciada redução da dispneia e redução do assincronismo tóraco-abdominal no repouso e em exercícios de MMSS.

**Palavras-chave:** DPOC, músculos respiratórios, exercícios respiratórios, dispneia, fisioterapia.

## ABSTRACT

---

---

The present thesis has a result three studies in which the aims were: Study I – To propose an assessment method of inspiratory muscle endurance (IME) using the traditional manovacuometry and the PowerBreathe® device. Moreover, the aim was to verify its viability in patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) and healthy. Study II – To compare the inspiratory muscle training (IMT) and respiratory exercise (RE) effects' associated with physical training (PT) regarding to strength and endurance gain of inspiratory muscles, thoracoabdominal mobility, physical exercise capacity and dyspnea during physical efforts in patients with COPD. In additional, it was to verify if there is a relation of changing gained post training among these variables. Study III– To verify if the IMT and/or RE modality associated to PT can provide changes in inspiratory muscle strength, in thoracoabdominal asynchronism and dyspnea at rest and during unsupported upper limb (UL) exercises. Additionally, it was to verify if there is a difference between these both technics modalities. The total sample was composed of 19 healthy subjects and 25 patients with COPD; 13 in the GPT+IMT group and 12 in the GPT+RE. All subjects were assessed before and after training by spirometry; measures of maximum inspiratory (MIP) and expiratory pressures (MEP), IME test, in which was determined the sustained maximum inspiratory pressure (SMIP) and the limit time (Tlim), cirtometry, six-minute walking test (6MWT) and treadmill exercise test (TT). Moreover, reported the modified Medical Research Council (mMRC) and the assessment of respiratory inductance plethysmography (RIP). The IME test was well tolerated. The MIP, MIP %pred, SMIP and SMIP/MIP values were significant lower ( $p<0.05$ ) in patient with COPD. There was no significant difference between COPD and healthy subjects regarding to Tlim. In the GPT+IMT the MIP, SMIP, abdominal mobility values were significant higher ( $p<0.05$ ); and, the dyspnea was significantly lower in the 6MWTpeak, TT and mMRC post treatment. However, in both groups there was a significant rise of MIP and SMIP, thoracoabdominal mobility, 6MWD and inclination at TT; and, fall of dyspnea at 6MWTpeak ( $p<0.05$ ). Only in the GPT+IMT there was a decreased of thoracoabdominal asynchronism at rest and during UL exercises. The PowerBreathe® device associated with the manovacuometry makes acceptable the IME test in patients with COPD and healthy subjects, specially using the incremental load. Both technics increased the exercise capacity and decrease dyspnea at efforts clinically significant. Although, due to the training specificicity, only the IMT group was able to improve the inspiratory strength and endurance, which results in a pronounced reduction of dyspnea and thoracoabdominal asynchronism at rest and during UL exercises.

**Key words:** COPD, respiratory muscle, dyspnea, physical therapy

## LISTA DE FIGURAS

---

---

### ESTUDO I

<b>Figura 1A:</b> PowerBreathe conectado ao manovacuômetro.....	59
<b>Figura 1B:</b> Posicionamento do voluntário durante a execução do teste .....	59
<b>Figura 2A:</b> Esquema do teste de endurance inspiratório incremental.....	59
<b>Figura 2B:</b> Esquema do teste de endurance inspiratório constante.....	59

### ESTUDO II

<b>Figura 1:</b> Fluxograma da casuística.....	82
--	----

### ESTUDO III

<b>Figura 1A:</b> Paciente na posição em pé para realização da calibração da pletismografia respiratória de indutância.....	104
<b>Figura 1B:</b> Visão do equipamento com o paciente na postura em pé em repouso....	104
<b>Figura 2A:</b> Exercício de flexão dos ombros à 90°.....	105
<b>Figura 2B:</b> Exercício de flexão dos ombros à 180° com a pletismografia respiratória de indutância.....	105
<b>Figura 3:</b> Fluxograma da casuística.....	106
<b>Figura 4A:</b> Comparação das variáveis PhRIB (relação da fase inspiratória) entre o repouso e os exercícios de membros superiores (MMSS) em todos os pacientes pré intervenção.....	107
<b>Figura 4B:</b> Comparação das variáveis PhREB (relação da fase expiratória) entre o repouso e os exercícios de membros superiores (MMSS) em todos os pacientes pré intervenção.....	107
<b>Figura 4C:</b> Comparação das variáveis PhRTB (relação da fase durante todo o ciclo respiratório) entre o repouso e os exercícios de membros superiores (MMSS) em todos os pacientes pré intervenção.....	107
<b>Figura 4D:</b> Comparação das variáveis PhAng ( ângulo de fase) entre o repouso e os exercícios de membros superiores (MMSS) em todos os pacientes pré intervenção.....	107

## LISTA DE TABELAS

---

---

### ESTUDO I

- Tabela 1:** Variáveis demográficas, antropométricas, espirométricas e de força muscular respiratória do grupo DPOC (GDPOC) e saudável (GS)..... 60
- Tabela 2:** Variáveis pico dos testes de endurance muscular inspiratório do grupo DPOC (GDPOC) e saudável (GS)..... 61

### ESTUDO II

- Tabela 1:** Programa de exercícios de cinesioterapia proposto para o estudo a cada mês..... 83
- Tabela 2:** Variáveis demográficas, antropométricas, espirométricas, classificação de gravidade, dispneia e saturação periférica de oxigênio pré e pós intervenção nos grupos..... 84
- Tabela 3:** Variáveis de força muscular respiratória, endurance dos músculos inspiratórios, mobilidade da caixa torácica pré e pós intervenção nos grupos..... 85
- Tabela 4:** Capacidade de exercício, dispneia e fadiga de membros inferiores no pico dos testes pré e pós as intervenções..... 86

### ESTUDO III

- Tabela 1:** Variáveis demográficas, antropométricas, espirométricas, classificação de gravidade e força muscular respiratória pré e pós intervenção nos grupos..... 108
- Tabela 2:** Variáveis do padrão respiratório no repouso e nos exercícios de MMSS pré e pós intervenção em cada grupo..... 109
- Tabela 3:** Variáveis do assincronismo tóraco-abdominal no repouso e durante os exercícios de MMSS pré e pós intervenção em ambos os grupos..... 110
- Tabela 4:** Valores da dispneia no repouso e nos exercícios de MMSS pré e pós intervenção em ambos os grupos..... 111

## LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

---

---

<b>ACCP</b>	<i>American College of Chest Physicians</i>
<b>ATS</b>	<i>American Thoracic Society</i>
<b>ATS/ERS</b>	<i>American Thoracic Society/European Respiratory Society</i>
<b>AVD</b>	Atividade de Vida Diária
<b>bpm</b>	Batimentos por minuto
<b>Cinesio</b>	Cinesioterapia respiratória
<b>cm</b>	Centímetros
<b>cmH<sub>2</sub>O</b>	Centímetros de água
<b>CNS</b>	Conselho Nacional de Saúde
<b>COPD</b>	<i>Chronic Obstructive Pulmonary Disease</i>
<b>COPD-G</b>	<i>Chronic Obstructive Pulmonary Disease group</i>
<b>CVF</b>	Capacidade vital forçada
<b>CVL</b>	Capacidade vital lenta
<b>DD</b>	Decúbito dorsal
$\Delta$	Delta
<b>DP</b>	Distância Percorrida
<b>DPOC</b>	Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica
<b>DP-TC6'</b>	Distância percorrida no Teste de Caminhada de seis minutos
<b>ECG</b>	Eletrocardiograma
<b>FC</b>	Frequência Cardíaca
<b>FCmax</b>	Frequência Cardíaca Máxima
<b>GDPOC</b>	Grupo de pacientes com DPOC
<b>GOLD</b>	<i>Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease</i>
	<i>Physical training associated with Inspiratory Muscle Training</i>
<b>GPT+IMT</b>	<i>Group</i>
<b>GPT+RE</b>	<i>Physical training associated with Respiratory Exercise Group</i>
<b>GS</b>	Grupo Saudável
	Grupo Treinamento Físico associado à Cinesioterapia
<b>GTF+Cinesio</b>	Respiratória
	Grupo Treinamento Físico associado ao Treinamento Muscular
<b>GTF+TMI</b>	Inspiratório

## LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

---

---

<b>H</b>	Homens
<b>HG</b>	<i>Healthy group</i>
<b>IMC</b>	Índice de Massa Corpórea
<b>IME</b>	<i>Inspiratory Muscle Endurance</i>
<b>IMT</b>	<i>Inspiratory Muscle Training</i>
<b>Kg</b>	Quilograma
<b>Km/h</b>	Quilômetros por hora
<b>L</b>	Litros
<b>L/min</b>	Litros por minuto
<b>M</b>	Metro
<b>M</b>	Mulheres
<b>MEP</b>	<i>Maximum Expiratory Pressure</i>
<b>MIP</b>	<i>Maximum Inspiratory Pressure</i>
<b>ml</b>	Mililitro
<b>mmHg</b>	Milímetro de mercúrio
<b>MMII</b>	Membros Inferiores
<b>MRCm</b>	<i>Medical Research Council</i> modificada
<b>MMSS</b>	Membros Superiores
<b>PA</b>	Pressão Arterial
<b>PAD</b>	Pressão Arterial Diastólica
<b>PAS</b>	Pressão Arterial Sistólica
<b>PE<sub>máx</sub></b>	Pressão Expiratória Máxima
<b>PhAng</b>	Ângulo de fase
<b>PhREB</b>	Relação da fase expiratória
<b>PhRIB</b>	Relação da fase inspiratória
<b>PhRTB</b>	Relação da fase durante todo o ciclo respiratório
<b>PI<sub>máx</sub></b>	Pressão Inspiratória Máxima
<b>PI<sub>máx</sub>% predito</b>	Pressão Inspiratória Máxima em porcentagem do predito
<b>PI<sub>máx</sub>S</b>	Pressão Inspiratória Máxima Sustentada
	Relação entre a Pressão Inspiratória Máxima Sustentada e a
<b>PI<sub>máx</sub>S/PI<sub>máx</sub></b>	Pressão Inspiratória Máxima

## LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

---

---

<b>%</b>	Porcentagem
<b>%pred</b>	Porcentagem do predito
<b>PRI</b>	Pletismografia Respiratória de Indutância
<b>PT</b>	<i>Physical Training</i>
<b>RE</b>	<i>Respiratory Exercise</i>
<b>RIP</b>	<i>Respiratory Inductance Plethysmography</i>
<b>RP</b>	Reabilitação Pulmonar
<b>Seg</b>	Segundos
<b>SMIP</b>	<i>Sustained Maximum Inspiratory Pressure</i>
	<i>Relation between Sustained Maximum Inspiratory Pressure and</i>
<b>SMIP/MIP</b>	<i>Maximum Inspiratory Pressure</i>
<b>6MWD</b>	<i>Six Minute Walking Test Distance</i>
<b>6MWT</b>	<i>Six Minute Walking Test</i>
<b>6MWTpeak</b>	<i>Six Minute Walking Test peak</i>
<b>SpO<sub>2</sub></b>	Saturação Periférica de Oxigênio
<b>SPSS</b>	<i>Statistical Package for the Social Sciences</i>
<b>TC6'</b>	Teste de Caminhada de Seis Minutos
<b>TE</b>	Teste Ergométrico em Esteira
<b>Te</b>	Tempo expiratório
<b>TF</b>	Treinamento Físico
<b>Ti</b>	Tempo inspiratório
	Proporção do tempo inspiratório em relação ao tempo total do
<b>Ti/Ttot</b>	ciclo respiratório
<b>Tlim</b>	Tempo limite
<b>Tlim</b>	limit time
<b>TMI</b>	Treinamento Muscular Inspiratório
<b>TT</b>	<i>Treadmill Exercise Test</i>
<b>Ttot</b>	Tempo total do ciclo respiratório
<b>UFSCar</b>	Universidade Federal de São Carlos
<b>UL</b>	<i>Upper Limb</i>
<b>USE</b>	Unidade Saúde Escola



## LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

---

---

<b>VEF<sub>1</sub></b>	Volume Expiratório Forçado no primeiro segundo
<b>VVM</b>	Ventilação Voluntária Máxima

## LISTA DE APÊNDICES E ANEXOS

---

---

<b>APÊNDICE A:</b>	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (DPOC).....	119
<b>APÊNDICE B:</b>	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Saudáveis).....	122
<b>ANEXO A:</b>	Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de São Carlos/SP (DPOC).....	125
<b>ANEXO B:</b>	Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de São Carlos/SP (Saudáveis).....	126
<b>ANEXO C:</b>	Carta de submissão do Estudo I ao periódico Jornal Brasileiro de Pneumologia.....	128
<b>ANEXO D:</b>	Carta de submissão do Estudo II ao periódico Revista Brasileira de Fisioterapia.....	129
<b>ANEXO E:</b>	Valores do PowerBreathe®.....	130

# SUMÁRIO

---

---

CONTEXTUALIZAÇÃO.....	21
1. Fisiopatologia e disfunção dos músculos respiratórios.....	21
2. Avaliação da endurance muscular respiratória.....	22
3. Assincronismo tóraco-abdominal.....	24
4. Intolerância ao exercício físico e programa de treinamento.....	25
4.1 Treinamento muscular inspiratório.....	26
4.2 Cinesioterapia Respiratória.....	27
OBJETIVOS.....	30
MATERIAIS E MÉTODOS.....	31
1. Desenho do estudo.....	31
2. Aspectos éticos.....	31
3. Critérios de inclusão e exclusão.....	31
4. Procedimento experimental.....	32
4.1 Avaliações.....	32
4.2 Exame físico.....	33
4.3 Espirometria.....	33
4.4 Medidas de força muscular respiratória.....	34
4.5 Teste de endurance muscular inspiratório.....	34
4.6 Cirtometria tóraco-abdominal.....	36
4.7 Teste de caminhada de seis minutos (TC6').....	36
4.8 Teste ergométrico em esteira (TE).....	37
4.9 Medida do assincronismo tóraco-abdominal.....	38
4.10 Escala <i>Medical Research Council</i> modificada.....	40
4.11 Programa de treinamento físico.....	41
RESULTADOS.....	43
ESTUDO I.....	44
Resumo.....	44
Abstract.....	45
INTRODUÇÃO.....	46
MÉTODOS.....	47
Critérios de inclusão e exclusão.....	48
Procedimento experimental.....	48
Análise estatística.....	51
RESULTADOS.....	52
DISCUSSÃO.....	53
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57
FIGURAS.....	59
TABELAS.....	60
ESTUDO II.....	62
Resumo.....	62
Abstract.....	63

# SUMÁRIO

---

---

INTRODUÇÃO.....	64
MÉTODOS.....	66
Critérios de inclusão e exclusão.....	66
Procedimento experimental.....	67
Avaliação.....	67
Programa de treinamento físico.....	70
Análise estatística.....	71
RESULTADOS.....	72
DISCUSSÃO.....	74
REFERÊNCIAS.....	78
FIGURA.....	82
TABELAS.....	83
ESTUDO III.....	87
Resumo.....	87
Abstract.....	88
INTRODUÇÃO.....	89
MÉTODOS.....	90
Critérios de inclusão e exclusão.....	91
Procedimento experimental.....	91
Avaliação.....	91
Programa de treinamento físico.....	93
Análise da PRI.....	94
Análise estatística.....	95
RESULTADOS.....	96
DISCUSSÃO.....	97
REFERÊNCIAS.....	100
FIGURAS.....	104
TABELAS.....	108
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	112
REFERÊNCIAS.....	113
APÊNDICES.....	119
ANEXOS.....	125

---

---

**1. Fisiopatologia e a disfunção dos músculos respiratórios**

A Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) é caracterizada por uma obstrução persistente ao fluxo aéreo, que geralmente é progressiva, causada por uma reação inflamatória anormal dos pulmões em resposta a inalação de partículas nocivas e gases tóxicos, devido principalmente ao tabagismo. Ela é uma das principais causas de morte no mundo, estimando-se que será a terceira causa em 2020. Ainda é uma doença sub-diagnosticada, então não há dados precisos de sua prevalência, mas é alta entre fumantes e ex-fumantes, e causa grande impacto na qualidade de vida dos pacientes e de seus familiares. Por isso, o interesse e a importância em estudá-la (GLOBAL INITIATIVE FOR CHRONIC OBSTRUCTIVE PULMONARY DISEASE, 2011).

Embora a DPOC acometa os pulmões, há diversas manifestações tanto locais quanto sistêmicas relacionadas a essa enfermidade, caracterizadas pela limitação ventilatória, depleção nutricional e disfunção muscular periférica, que cursam com o agravamento da dispneia, a diminuição da capacidade ao exercício físico e a piora da qualidade de vida desses pacientes (DOURADO et al., 2006).

A limitação ventilatória está relacionada ao grau de obstrução das vias aéreas e a hiperinsuflação. Esta, por sua vez, altera a geometria da caixa torácica, com aumento dos diâmetros látero-lateral e ântero-posterior, o que proporciona desvantagem mecânica aos músculos respiratórios, alterando a curva comprimento-tensão e refletindo em diminuição de força e endurance desses músculos nos pacientes com DPOC. Na hiperinsuflação o diafragma, principal músculo inspiratório, é deslocado caudalmente, reduzindo seu comprimento de repouso e conseqüentemente sua capacidade de gerar pressão (OROZCO-LEVI, 2003; OTTENHEIJM et al., 2007).

---

---

A longo prazo as fibras do diafragma sofrem adaptações como perda de sarcômeros, atrofia e mudança do tipo de fibras (OTTENHEIJM *et al.*, 2007). Esta última alteração pode estar presente mesmo nos pacientes com DPOC leve a moderada, visto que há um aumento da proporção das fibras do tipo I, que são mais resistentes a fadiga, e diminuição da proporção das fibras do tipo II (OROZCO-LEVI, 2003; OTTENHEIJM *et al.*, 2007). A perda de sarcômeros pode preservar a capacidade de gerar pressão do músculo diafragma, por melhorar a relação comprimento-tensão, porém, a atrofia e as mudanças nas propriedades contráteis das fibras musculares preservam o prejuízo da função muscular respiratória, visto que os valores de força e endurance podem permanecer abaixo do normal (DOURADO *et al.*, 2006).

Diante disso, vale ressaltar que há um conceito errado de que os músculos inspiratórios, principalmente o diafragma, sejam bem treinados, na verdade eles são adaptados à requisição de um aumento da geração da pressão durante o repouso (MAGADLE *et al.*, 2007).

## **2. Avaliação da endurance muscular respiratória**

Nos pacientes com DPOC pode haver diminuição da força e endurance muscular inspiratória, neste caso, quando a fraqueza muscular é discreta torna-se importante avaliar a endurance muscular respiratória, o que também parece bem mais funcional do que a avaliação da força para os músculos respiratórios que, ao longo da vida, realizam contrações submáximas (HILL *et al.*, 2007).

Há uma grande variedade de técnicas e testes descritos na literatura para se avaliar a endurance muscular respiratória, muitos dos quais requerem equipamentos caros e dispositivos, não disponíveis comercialmente, o que tornam essa avaliação difícil de ser realizada e, portanto, tem sido pouco empregada na prática clínica.

---

---

Dentre os testes descritos, têm-se aqueles em que se tenta definir a capacidade de sustentar um nível máximo de ventilação, representado por uma porcentagem da ventilação voluntária máxima (VVM). Este teste demanda alto grau de motivação e geralmente requer regulação das trocas gasosas, com equipamento sofisticado e por isso deve ser realizado em laboratório (ATS/ERS, 2002; MCCONNELL e ROMER, 2004).

No entanto, tem-se também o teste com carga externa, contínua e/ou incremental, em que o mais utilizado é o sistema de carga linear respiratória do tipo “threshold loading”, no qual a pressão requerida pelo músculo para abertura da válvula é relativamente constante e independe do fluxo e do volume, cujos equipamentos são portáteis e fáceis de serem utilizados (ALVES e BRUNETTO, 2006; ATS/ ERS 2002).

O método envolvendo esta técnica que utiliza uma carga externa, foi primeiramente descrito por Nickerson e Keens (1982) em que o indivíduo tinha que sustentar a ventilação por 10 minutos em uma carga próxima a 90% da pressão inspiratória máxima (P<sub>Imáx</sub>), se não conseguisse, a carga era diminuída e após 10 minutos de repouso era realizado novamente. Depois disso, Martyn et al. (1987) descreveram um teste incremental para se testar a resistência dos músculos inspiratórios, em que se iniciava com carga de 30-40% da P<sub>Imáx</sub> e a cada dois minutos a carga era aumentada entre 5-10% da P<sub>Imax</sub>. Dessa forma o teste foi melhor tolerado e os indivíduos foram capazes de atingir cargas mais altas, além de ser um teste menos influenciado pelo treinamento e pelo padrão respiratório.

Essas metodologias, ao longo dos anos, foram adaptadas e aplicadas com diferentes tipos de equipamentos, que de uma maneira geral foram construídos de forma artesanal (BARDSLEY et al., 1993; EASTWOOD e HILLMAN, 1995; FIZ et al., 1998, LARSON et al., 1999), dificultando a reprodutibilidade e aplicação clínica.

---

---

Recentemente foi lançado um dispositivo com carga linear, cuja resistência também é ajustada por mola, denominado PowerBreathe<sup>®</sup>, que pode atingir uma faixa de pressão muito maior, de até 250cmH<sub>2</sub>O. Este equipamento já vem sendo utilizado para treinamento muscular inspiratório, tanto em atletas, quanto em pacientes com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) (BECKERMAN et al., 2005; VOLIANITIS et al., 2001) e em um estudo foi utilizado para realizar teste de endurance muscular inspiratório em pacientes cardiopatas (NEVES et al., 2012).

No entanto, cabe definir melhor um teste de endurance com esse equipamento e verificar sua aplicabilidade em pacientes com DPOC.

### **3. Assincronismo tóraco-abdominal**

Devido à disfunção dos músculos respiratórios e as alterações na caixa torácica, os pacientes com DPOC podem apresentar assincronismo no movimento tóraco-abdominal no repouso (ALIVERTI et al., 2009; ASHUTOSH, GILBERT, AUCHINLOSS, 1975) e durante o exercício físico (ALVES et al., 2008; DELGADO et al., 1982), interferindo na realização das suas atividades.

O movimento tóraco-abdominal sincrônico caracteriza-se pela expansão tanto do tórax como do abdômen durante a inspiração tranquila, resultado de uma contração ativa do diafragma associada a contração simultânea dos músculos intercostais externo e escaleno; enquanto que na expiração, por um recuo passivo dessa expansão, tanto o tórax, quanto o abdômen movimentam-se para “dentro” (CELLI, RASSULO e MAKE, 1986).

Na inspiração pode ter variações desses movimentos sincrônicos com predominância da distensão da caixa torácica ou do abdômen, por uma maior ativação dos músculos da caixa torácica ou do diafragma respectivamente (ATS/ERS, 2002). O assincronismo tóraco-abdominal,



---

---

por sua vez, caracteriza-se pela diferença no tempo de expansão ou retração entre os compartimentos abdominais e torácicos, e pelo movimento paradoxal, que consiste de movimentação oposta da caixa torácica e do abdômen em cada fase do ciclo respiratório (DELGADO et al., 1982).

O assincronismo pode ser mais evidente durante o exercício físico independente da intensidade do exercício (ALVES et al., 2008) e está associada a hiperinsuflação dinâmica precoce e a dispneia ao final do exercício físico (ALIVERTI et al., 2009).

Segundo Celli, Rassulo e Make (1986), os exercícios de membros superiores (MMSS) podem causar ainda mais assincronismo tóraco-abdominal, pois como os músculos da cintura escapular estão envolvidos tanto na elevação dos MMSS, como na respiração, acarreta em incoordenação na ativação desses músculos, podendo gerar mudanças no padrão respiratório, aumento do consumo de oxigênio e da ventilação, bem como o assincronismo tóraco-abdominal e conseqüentemente piora da dispneia (CELLI, 1988; CERNY e ULCER, 2004; VELOSO et al., 2003). Esse quadro, portanto, repercute no cotidiano desses pacientes com DPOC, pois várias atividades da vida diária (AVD) envolvem a elevação dos MMSS sem suporte, o que gera aumento da dispneia, limitando-os ainda mais na execução dessas atividades (VELOSO et al., 2003).

Entretanto, ainda não há evidências científicas de que o treinamento físico pode melhorar o assincronismo tóraco-abdominal de pacientes com DPOC.

#### **4. Intolerância ao exercício físico e programas de treinamento**

A dispneia associada à diminuição da reserva ventilatória e disfunção muscular periférica são os principais fatores que limitam a tolerância ao exercício de pacientes com DPOC. Essa intolerância resulta no sedentarismo e na imobilidade que, por sua vez, reduzem a massa dos

---

---

músculos periféricos, e a capacidade aeróbia, o que torna esses pacientes ainda mais intolerantes ao exercício, aumentando a demanda ventilatória e a dispneia, e acentuando o ciclo dispneia-sedentarismo-dispneia (DOURADO et al., 2006; MCKENZIE, BUTLER, GANDEVIA, 2009).

A fim de quebrar esse ciclo, os pacientes com DPOC devem ser inseridos em programas de Reabilitação Pulmonar (RP), que concomitante a medicação e a educação, é um importante componente do tratamento, pois melhoram a capacidade de exercício, a qualidade de vida, a dispneia, a ansiedade ou depressão, e a frequência e o tempo de hospitalização (TROOSTERS et al., 2007).

O exercício físico é o principal componente da RP e inclui tanto exercícios aeróbicos, como exercícios resistidos dos músculos periféricos e o treinamento muscular respiratório. O treinamento aeróbio dos membros inferiores (MMII) é considerado nível de evidência A e, portanto, é essencial que seja realizado. O treinamento dos MMSS e dos músculos respiratórios, por sua vez, são considerados nível de evidência B, pois os benefícios desses treinamentos não estão claros na literatura (LANGER et al., 2009).

#### **4.1 Treinamento muscular inspiratório**

Sobre o treinamento da musculatura respiratória, Geddes et al. (2005), em estudo de revisão, mostraram que o treinamento muscular inspiratório (TMI) melhora não somente a força e a endurance dos músculos respiratórios como também a capacidade de exercício e a dispneia no DPOC. Os mesmos autores em outro estudo de revisão (GEDDES et al., 2008), constataram novamente esses resultados, acrescidos da melhora da qualidade de vida, porém observaram que a importância clínica disso ainda não está clara, visto que, os ganhos são pequenos em relação ao treinamento físico geral, e que mais estudos explorando diferentes protocolos de treinamento são importantes para associar o TMI com uma melhora clínica significativa no DPOC.

---

---

Esses conflitos nos achados do TMI são devido à variação do tipo de treinamento aplicado para os músculos inspiratórios (treinamento de força ou endurance), o modo de treinamento (se a carga é fixada por todo volume inspiratório), e a intensidade, duração e frequência do treinamento (ENRIGHT et al., 2006).

Em um estudo de meta análise recente, Gosselink et al. (2011), concluíram que TMI proporciona melhora da força e endurance muscular respiratória, resultando em melhora da dispneia e melhora clinicamente significativa da capacidade funcional. Ainda segundo esses autores os pacientes com fraqueza muscular, determinada pelo valor da P<sub>Imáx</sub> menor e igual a 60cmH<sub>2</sub>O, são os que melhor respondem ao TMI, principalmente quando associado ao treinamento físico geral.

Diante disso, o TMI não é rotineiramente aplicado na prática clínica e é recomendado por consensos de RP que somente seja realizado quando há fraqueza muscular inspiratória (NICI et al., 2006). Entretanto, isso pode ser questionado, pois uma vez que o TMI reduz a dispneia e melhora a tolerância ao exercício físico de indivíduos saudáveis (ENRIGHT et al., 2006; VERGES, BOUTELLIER, SPENGLER, 2008), é razoável supor que todos os pacientes com DPOC poderiam se beneficiar desse treinamento. Nesse sentido, vários estudos sobre os efeitos do TMI no paciente com DPOC não incluem somente pacientes com fraqueza muscular inspiratória e mostram que os benefícios também ocorrem nos pacientes que não tem fraqueza muscular (BECKERMAN et al. 2005; MAGADLE et al., 2007; RAMIREZ-SARMIENTO et al., 2002).

#### **4.2 Cinesioterapia respiratória**

Outra abordagem terapêutica para os músculos respiratórios e a caixa torácica descrita na literatura é a cinesioterapia respiratória que é fundamentada na reeducação funcional respiratória, em alongamentos dos músculos respiratórios e/ou exercícios físicos, envolvendo tronco e MMSS,

---

---

que visam não um treinamento muscular em si, mas melhorar a mobilidade da caixa torácica (KAKIZAKI et al., 1999; MINOGUCHI et al., 2002; PAULIN, BRUNETTO e CARVALHO, 2003; PUTT et al., 2008). Em vista disso, além de raros na literatura, os estudos sobre a cinesioterapia respiratória e o tipo de abordagem realizada são bem diversificados.

Kakizaki et al. (1999), em estudo que utilizou exercícios ativos livres e de alongamento dos músculos respiratórios, observaram aumento da mobilidade da caixa torácica e diminuição da dispneia em pacientes com DPOC. Segundo Montaldo, Gleeson e Zwillich (2000), os mecanorreceptores torácicos, localizados na caixa torácica e nos músculos respiratórios, respondem diante das alterações de comprimento, tensão e/ou movimento e que, diante do aumento ventilatório, podem exercer papel importante na sensação de dispneia. Em vista disso, o aumento da mobilidade da caixa torácica poderia melhorar a relação comprimento-tensão dos músculos respiratórios, diminuir os estímulos aferentes para o controle respiratório central e reduzir a sensação de dispneia.

Em estudo que avaliou o efeito de um programa de exercícios físicos direcionados ao aumento da mobilidade da caixa torácica sobre a capacidade funcional e psicossocial de pacientes com DPOC moderada e grave, Paulin, Brunetto e Carvalho (2003) observaram aumento da mobilidade torácica, com aumento da expansibilidade, melhora da qualidade de vida, e da capacidade submáxima ao exercício, bem como a redução da dispneia e dos níveis de depressão nesses pacientes.

O aumento da expansibilidade da caixa torácica, com aumento da capacidade vital, também foi observado por Putt et al. (2008), que aplicaram uma técnica de facilitação neuromuscular proprioceptiva (técnica de contrair e relaxar) nos músculos da cintura escapular e caixa torácica em pacientes com DPOC, integrantes de um programa de treinamento físico geral.

---

---

Entretanto, apesar da cinesioterapia respiratória ser bastante empregada na prática clínica, necessita de evidência científica, pois há carência de registros na literatura, principalmente em relação às diferenças que poderiam ser observadas quando comparada ao TMI, cujos benefícios, aplicado sozinho ou associado a um treinamento físico, já estão um pouco mais definidos.

Foi encontrado somente o estudo de Minoguchi et al. (2002) randomizado do tipo *cross-over* que comparou o TMI e a cinesioterapia respiratória, constituída de alongamentos dos músculos da cintura escapular e exercícios de MMSS. Esses autores observaram que ambos aumentaram a capacidade submáxima de exercício, mas por mecanismos diferentes, pois o TMI proporcionou aumento da força muscular inspiratória e da mobilidade abdominal, enquanto que a cinesioterapia respiratória proporcionou aumento da mobilidade tóraco-abdominal e diminuição da capacidade residual funcional.

Diante dos comprometimentos observados nos pacientes com DPOC e da dificuldade em avaliar a endurance dos músculos inspiratórios, tornou-se importante propor um teste de endurance inspiratório prático e viável para a aplicabilidade clínica. E, além disso, devido às poucas evidências científicas, tornou-se importante observar os efeitos do TMI e da cinesioterapia respiratória, associados ao treino aeróbio de MMII, que é parte essencial da RP na melhora da função muscular inspiratória, mobilidade tóraco-abdominal, na tolerância ao exercício físico, assim como no assincronismo tóraco-abdominal e na dispneia.

---

---

- Propor um método de avaliação da endurance muscular inspiratória, utilizando o manovacuômetro e o PowerBreathe®, e verificar sua viabilidade em pacientes com DPOC e indivíduos saudáveis.

- Comparar os efeitos do TMI e da cinesioterapia respiratória associados ao treinamento físico quanto ao ganho de força e endurance dos músculos inspiratórios, mobilidade tóraco-abdominal, capacidade de exercício físico e a dispneia no esforço em pacientes com DPOC. Além de verificar se há relação das mudanças obtidas após treinamento entre essas variáveis.

- Verificar se o TMI e/ou a cinesioterapia respiratória associados ao treinamento físico podem proporcionar mudanças na força muscular inspiratória, no assincronismo tóraco-abdominal e na dispneia, no repouso e durante exercícios de MMSS sem suporte em pacientes com DPOC. E se há diferença entre essas duas modalidades de intervenção.

---

---

### **1. Desenho do estudo**

Trata-se de um estudo prospectivo, randomizado, com grupos paralelos, realizado na Unidade Saúde Escola (USE) e na Unidade Especial de Fisioterapia Respiratória da UFSCar. Em que foram avaliados e tratados pacientes com DPOC, encaminhados a essas unidades, os quais foram alocados em dois grupos de tratamento de acordo com um plano de randomização em bloco gerado por um software (RANDOMIZATION.COM).

Foi realizado também um estudo observacional e transversal, como um corte desse estudo maior, no qual foram incluídos indivíduos saudáveis, ou seja, sem doenças respiratórias e cardiovasculares, recrutados por busca ativa na comunidade.

### **2. Aspectos éticos**

Todos os participantes dos estudos assinaram um termo formal de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo A e B) mediante orientações sobre o protocolo proposto em atendimento à resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde (CNS), sendo que foram devidamente esclarecidos sobre os direitos e deveres, riscos e benefícios a que foram submetidos; e que estavam livres para se retirarem do estudo a qualquer momento, sem serem penalizados ou prejudicados a respeito de cuidados e atividades no presente ou no futuro. O projeto deste estudo e respectivo adendo foram aprovados pelo Comitê de Ética e Pesquisa da UFSCar (parecer nº 141/2010 e parecer nº 296/2011) (Anexo C e D).

### **3. Critérios de inclusão e exclusão**

Foram incluídos pacientes, de ambos os gêneros, com idade acima de 50 anos com diagnóstico clínico de DPOC, constatado pela espirometria pré e pós broncodilatador, classificados segundo a *Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease* (GOLD, 2011),

---

---

em moderado a muito grave, clinicamente estáveis, sem história de infecções ou exacerbação dos sintomas respiratórios há pelo menos um mês anterior ao início das coletas de dados, fumantes e ex-fumantes, e ainda aqueles que não haviam participado ou que estavam há mais de seis meses sem participar de um programa de RP. Quanto aos indivíduos saudáveis foram incluídos aqueles com idade acima de 50 anos, sem história de doença respiratória e cardiovascular prévias, que não eram fumantes ou sem história prévia de tabagismo, em condições clínicas estáveis.

Foram excluídos aqueles que apresentaram outras doenças respiratórias, cardiovasculares (como hipertensão não controlada e arritmias graves), osteomusculares e sequelas neurológicas ou ortopédicas que impedissem a realização dos testes, além daqueles que faziam uso de betabloqueador, que eram dependentes de oxigênio, e os obesos, visto pelo índice de massa corpórea (IMC)  $\geq 30 \text{ kg/m}^2$  (PRESCOTT et al., 2002).

#### **4. Procedimento experimental**

##### 4.1 Avaliações

As avaliações constaram de uma avaliação geral e específica do sistema respiratório, com anamnese, exame físico, espirometria, medidas da força muscular respiratória, teste de endurance dos músculos inspiratórios, cirtometria tóraco-abdominal, teste de caminhada de seis minutos (TC6'), teste ergométrico em esteira (TE), medida do assincronismo tóraco-abdominal e aplicação da escala *Medical Research Council* modificada (MRCm).

Cada avaliação foi realizada pelo mesmo examinador, pré e pós intervenção, no mesmo horário do dia para cada participante e, da seguinte forma: a anamnese, aplicação da escala MRCm, medidas de força muscular respiratória e a cirtometria tóraco-abdominal foram realizadas no mesmo dia, e em dias diferentes e alternados os outros testes e medidas.



---

---

Cabe esclarecer que os indivíduos saudáveis somente realizaram a anamnese, o exame físico, espirometria, medidas de força muscular respiratória e o teste de endurance dos músculos inspiratórios.

#### 4.2 Exame físico

Foi mensurada a estatura em metros e a massa corporal em Kg em uma balança biométrica (Welmy<sup>®</sup>, modelo 110FF, São Paulo, SP, Brasil), no qual os indivíduos permaneceram descalços, e foi calculado o IMC, sendo utilizada a seguinte classificação: IMC < 20 kg/m<sup>2</sup> como baixo peso; IMC entre 20 a 24,9 kg/m<sup>2</sup> como peso normal; IMC de 25 a 29,9 kg/m<sup>2</sup> como acima do peso e, IMC ≥ 30 kg/m<sup>2</sup>, obeso (PRESCOTT et al., 2002).

#### 4.3 Espirometria

Foi realizada por meio de um espirômetro portátil (Easy One<sup>®</sup>, nnd, Zurique, Suíça), em uma sala climatizada entre 22 a 24°C, com os procedimentos técnicos, critérios de aceitabilidade e reprodutibilidade realizados segundo as normas da *American Thoracic Society/ European Respiratory Society* (MILLER et al., 2005). Os indivíduos foram orientados a não suspenderem a medicação, virem alimentados, mas evitar refeições volumosas, não tomar café ou chá, não fumar ou ingerir bebida alcoólica no dia do exame. Foram obtidas pelo menos três curvas expiratórias lentas, tecnicamente aceitáveis para a medida da capacidade vital lenta (CVL), e as forçadas para as medidas da capacidade vital forçada (CVF) e o volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF<sub>1</sub>) e uma manobra denominada ventilação voluntária máxima (VVM). Durante o teste, os indivíduos permaneceram sentados, com um clipe nasal e receberam orientações sobre os procedimentos antes de realizar as respectivas manobras. Os valores obtidos foram comparados com os previstos segundo Pereira, Rodrigues e Sato (2007).

---

---

#### 4.4 Medidas de força muscular respiratória

A avaliação da força muscular respiratória consistiu das medidas de pressão inspiratória máxima (PI<sub>máx</sub>) e pressão expiratória máxima (PE<sub>máx</sub>), realizadas de acordo com Black e Hyatt (1969). As medidas foram realizadas utilizando um manovacuômetro escalonado em cmH<sub>2</sub>O (Ger-Ar<sup>®</sup>, São Paulo, Brasil), equipado com um adaptador de bocais, que contém um orifício de dois milímetros de diâmetro, a fim de aliviar a pressão da parede bucal. Os indivíduos realizaram as medidas na posição sentada utilizando um clipe nasal. A PI<sub>máx</sub> foi medida por uma inspiração máxima, precedida de uma expiração máxima partindo do volume residual; e a PE<sub>máx</sub> foi medida por meio de uma expiração máxima, precedida de uma inspiração máxima partindo da capacidade pulmonar total. Os esforços inspiratórios e expiratórios foram mantidos por pelo menos um segundo. Foram realizadas no mínimo três e no máximo cinco medidas, com um minuto de repouso entre elas, consideradas aceitáveis, se houvesse uma diferença de 10% ou menos entre as mesmas. O maior valor obtido foi considerado para análise estatística. Os valores obtidos foram comparados aos previstos segundo Neder et al. (1999).

#### 4.5 Teste de endurance dos músculos inspiratórios

O teste de endurance dos músculos inspiratórios foi realizado utilizando-se o PowerBreathe<sup>®</sup> (Gaiam Ltd; Southam, Warwickshire, UK), acoplado em um manovacuômetro analógico, sendo que este último equipamento serviu para garantir que a carga estipulada estivesse sendo gerada e para dar um feedback ao indivíduo que realizava o teste. Este teste foi realizado com o indivíduo sentado, com os braços apoiados, e utilizando um clipe nasal para prevenir o vazamento de ar pelo nariz. Foi permitido que o indivíduo se familiarizasse com o equipamento, antes do início do teste. Para isso foi permitido que realizasse alguns ciclos respiratórios no equipamento em diferentes cargas. Esta avaliação consistiu de dois testes, a

---

---

saber: um teste **incremental** e outro **constante**, realizados no mesmo dia com intervalo de 30 minutos entre eles, cujos métodos descritos na literatura (FIZ et al., 1998; LARSON et al., 1999; RAMIREZ-SARMIENTO et al., 2002) foram adaptados para este estudo.

O teste **incremental** iniciou-se com 10cmH<sub>2</sub>O (que é a carga mínima do aparelho) e a cada dois minutos houve um aumento de 10cmH<sub>2</sub>O, sendo realizado um minuto de repouso antes de aumentar a carga. A maior carga que pudesse sustentar por pelo menos um minuto foi considerado o valor de pressão inspiratória máxima sustentada (PImáxS). Foram realizadas medidas de PImáx antes do início do teste e imediatamente após, a fim de verificar a ocorrência de fadiga muscular.

O teste **constante** foi realizado a 80% da PImáxS, obtida no teste incremental sendo determinado o tempo limite (Tlim) de execução, que foi limitado em 30 minutos. Como o equipamento tem incrementos de 10 em 10 cmH<sub>2</sub>O, havia a necessidade de uma aproximação da carga para mais ou para menos, para isso utilizou-se o seguinte critério, por exemplo, se 80% da PImáxS correspondesse a um valor entre 30-34 cmH<sub>2</sub>O a carga era ajustada em 30cmH<sub>2</sub>O, mas se fosse entre 35-40 cmH<sub>2</sub>O era ajustada em 40 cmH<sub>2</sub>O.

Em ambos os testes não foi fixado um padrão respiratório, porém foram orientados a “soltar todo o ar” e com isso manter o tempo expiratório maior que o inspiratório. A frequência respiratória foi constantemente monitorada e também registrada durante o tempo de carga sustentada no teste incremental e a cada dois minutos no teste constante (HILL et al., 2007).

Os testes foram interrompidos quando o indivíduo não conseguiu mais gerar a carga estipulada em três tentativas seguidas ou espontaneamente por dispneia e/ou fadiga. Eram dados incentivos, com frases de encorajamento “Força! Mantenha a pressão em...!”, a fim de estimular o desempenho máximo.

---

---

Durante os testes, a cada dois minutos, foram verificados a saturação periférica de oxigênio (SpO<sub>2</sub>) com um oxímetro de pulso (Nonin<sup>®</sup>, modelo 2500, Minneapolis, Mn, EUA), a frequência cardíaca (FC) por meio de um frequencímetro (Polar Vantage NV<sup>TM</sup><sup>®</sup>, modelo 1901001, Finlândia), a frequência respiratória e a sensação de dispneia por meio da escala CR10 de BORG (BORG, 1982). Essas medidas associadas à medida da pressão arterial sistólica (PAS) e diastólica (PAD) pelo método auscultatório indireto foram realizadas também no repouso e imediatamente após os testes.

#### 4.6 Cirtometria tóraco-abdominal

Foi realizada utilizando-se uma fita métrica, escalonada em centímetros (cm), colocada horizontalmente em três níveis: axilar, xifoidiano e abdominal. Com o paciente em posição ortostática, o tórax desnudo e os membros superiores relaxados ao longo do corpo, a fita métrica, na região axilar, foi colocada logo abaixo a prega axilar, tomando o cuidado para que ficasse firmemente posicionada em linha reta. Em seguida de maneira semelhante, foi posicionada na região xifoidiana, tomando como ponto de referência à borda inferior do apêndice xifóide e por último na região abdominal, sobre a cicatriz umbilical. Em cada um desses níveis, o paciente foi orientado a realizar uma inspiração máxima e logo após uma expiração máxima, sem direcionar o ar para uma ou outra região específica, deixando a fita percorrer os dedos do avaliador durante as manobras, sem deixá-la com folgas ou apertada demais. Foram solicitadas que essas manobras fossem repetidas mais duas vezes, sendo anotados os três valores de inspiração e expiração máximas, bem como, as diferenças obtidas entre a inspiração e a expiração em cada uma das medidas. Entretanto, para a análise dos dados foi considerado o maior valor da diferença entre as medidas realizadas (BORGHI-SILVA et al., 2006, COSTA, 1999).

#### 4.7 Teste de caminhada de seis minutos (TC6')

---

---

O TC6' foi realizado em uma pista de 30 metros de comprimento e 1,5 de largura, de acordo com as normas da *American Thoracic Society* (ATS, 2002), sendo que os pacientes foram orientados a andar o mais rápido possível durante seis minutos, sem serem acompanhados, e que não falassem durante o teste, exceto para o relato de sintomas ou dificuldades para realizar o mesmo. A cada minuto o paciente recebia frases de incentivo como: “Você está indo muito bem, faltam...minutos”. E a cada dois minutos foram verificados a SpO<sub>2</sub>, FC, a sensação de dispneia e a fadiga de MMII por meio da escala de BORG CR10. Estas medidas associadas a medida da pressão arterial (PA), foram verificadas pré, imediatamente após o teste e depois de seis minutos. Foi suplementado oxigênio naqueles pacientes que tiveram queda da SpO<sub>2</sub> abaixo de 88%. Foram realizados dois testes no mesmo dia, com intervalo de 30 minutos entre eles. Foi considerada a maior distância percorrida (DP) para análise estatística.

#### 4.8 Teste ergométrico em esteira (TE)

Este teste foi realizado por um cardiologista, na Unidade Saúde Escola (USE) e, de acordo com as diretrizes para teste cardiopulmonar da *ATS/ American College of Chest Physicians* (ACCP) (2003). Foi realizado sempre no período da manhã, em uma sala devidamente climatizada, mantendo a temperatura em torno de 18°C e 22°C e a umidade relativa do ar entre 50% e 70%.

O teste foi realizado em uma esteira ergométrica (Master ATL, Inbramed, Porto Alegre, Brasil) utilizando o protocolo de Bruce modificado, que é uma boa opção para aqueles indivíduos com baixa capacidade funcional, como idosos e portadores de doença cardiovascular e respiratória. Trata-se de um protocolo em que tanto a velocidade quanto a inclinação da esteira são aumentados a cada estágio de três minutos, e no modificado, os dois estágios iniciais tem

---

---

menores velocidade e inclinação (BRUCE, KUSUMI, HOSMER, 1973; NEDER e NERY, 2003; SAMORA e VERSIANI, 2008).

Previamente a realização do teste foi solicitado aos pacientes que ainda fumavam para não fumarem pelo menos 8 horas antes do teste, não suspenderem a medicação, não fazerem atividade física na véspera e na manhã do teste, tomarem um café da manhã leve duas horas antes do teste, evitarem cafeinados e bebidas alcóolicas e virem com roupas e sapatos apropriados.

Foi realizado eletrocardiograma (ECG) de 12 derivações de repouso, e essa monitorização se manteve ao longo do teste, além de a cada estágio verificar os valores de SpO<sub>2</sub>, da sensação de dispneia e da fadiga de MMII por meio da escala de BORG CR10, além da PA. Foi suplementado oxigênio naqueles pacientes que tiveram queda da SpO<sub>2</sub> abaixo de 88%.

O teste era interrompido se tivesse elevação da PAD até 120mmHg; queda sustentada ou elevação acentuada da PAS até 250mmHg; alcance da FC máxima (FCmax) prevista pela idade; queda da SpO<sub>2</sub> abaixo de 80%; anormalidades no ECG; a pedido do paciente devido à exaustão física; dispneia desproporcional à intensidade do esforço; dores nos MMII; tontura ou desconforto torácico; falência dos sistemas de monitorização e/ou registro.

#### 4.9 Medida do assincronismo tóraco-abdominal

Foi utilizado um sistema de pletismografia respiratória por indutância (LifeShirt; Vivo Metrics; Vnetura, CA), cujo os sensores são dois condutores elétricos costurados a um colete sem mangas, e que ficam ao redor do tórax (na região dos mamilos) e ao redor do abdômen (na região umbilical). Três eletrodos foram colocados em espaços predeterminados e conectados há um equipamento portátil, à bateria, que grava os dados em um cartão de memória (CLARENBACH et al., 2005).

---

---

Trata-se de um instrumento de alta confiabilidade, usado para monitorar os componentes de volume e tempo do padrão respiratório e a configuração tóraco-abdominal. Baseia-se nas alterações da área de secção transversa que ocorrem nos compartimentos da caixa torácica e abdômen. É um método não invasivo, que não requer bocal nem clipe nasal (exceto para calibração), não havendo, portanto, necessidade de conexão direta com a via aérea. A acurácia da pletismografia para fornecer valores de volume corrente é satisfatória e depende de uma calibração inicial adequada e manutenção da mesma posição corporal (CLARENBACH et al., 2005, WITT et al, 2006).

Sendo assim, o equipamento foi calibrado previamente com os indivíduos respirando em uma bolsa plástica com volume fixo de 800 ml, realizando inspirações e expirações máximas sete vezes, na posição sentada e em pé, duas vezes em cada posição, com pausas entre elas. Após a calibração, os pacientes ficaram na posição em pé por cinco minutos, de forma relaxada e em silêncio e depois realizaram os exercícios de MMSS compreendendo: flexão dos ombros de 0° a 90° (ou seja, elevação dos braços até a altura dos ombros) e flexão dos ombros de 0° a 180° (ou seja, elevação dos braços acima da linha dos ombros).

Foram realizadas quinze repetições em cada exercício, com intervalo de um minuto em repouso entre eles. O padrão respiratório durante os exercícios não foi estipulado, sendo a inspiração e expiração realizadas de forma espontânea por cada paciente, sem imposição de tempos. No início e fim de cada exercício foi aplicada a escala modificada de Borg-CR10 para avaliação subjetiva da dispneia.

Neste estudo, as seguintes variáveis do ciclo respiratório foram analisadas: tempo inspiratório ( $T_i$ ) ; tempo expiratório ( $T_e$ ); tempo total do ciclo respiratório( $T_{tot}$ ) e, proporção do tempo inspiratório em relação ao tempo total do ciclo respiratório ( $T_i/T_{tot}$ ). Além dessas, também foram analisadas as variáveis do assincronismo tóraco-abdominal, a saber: relação da

---

---

fase inspiratória (PhRIB); relação de fase expiratória (PhREB); relação da fase durante todo o ciclo respiratório (PhRTB) e, ângulo de fase (PhAng).

O PhRIB, PhREB e PhRTB refletem a porcentagem de tempo em que a caixa torácica e o abdômen se movem em direções opostas durante a inspiração, expiração e todo o ciclo respiratório, respectivamente. O PhAng reflete o atraso entre a excursão da caixa torácica e do abdômen, e pode variar de  $0^\circ$ , refletindo sincronia perfeita, a  $180^\circ$ , caracterizando o movimento paradoxal (MAYER et al., 2003).

Os dados foram gravados em um cartão de memória e analisados no computador pelo software VivoLogic (Vivometrics, Ventura CA, USA). Para obter os dados em valores absolutos de volume em ml, foi realizada uma calibração dos dados do tipo “*fixed volume least squares calibration*”, antes das análises das variáveis.

Para análise, primeiramente selecionou-se o minuto final da medida em repouso e todo o trecho dos exercícios, sendo que depois, foi escolhido um período de 30 segundos de acordo com a estabilidade do sinal. Esses valores foram então convertidos em médias para consequente análise estatística (COSTA et al., 2011).

#### 4.10 Escala *Medical Research Council* modificada (MRCm)

Esta escala determina a limitação do paciente, baseado em seu grau de dispneia nas atividades de vida diária e, consiste de 5 pontuações sobre a falta de ar, que varia de "0" (o paciente não é incomodado com falta de ar a não ser quando submetido a exercício vigoroso) a "4" (o paciente apresenta muita falta de ar ao sair de casa ou até mesmo quando troca de roupa), sendo que o paciente deve escolher uma alternativa que melhor caracteriza a sua limitação. A escala MRC foi traduzida e validada para uso na população brasileira (KOVELIS et al, 2008).



---

---

#### 4.11 Programa de treinamento físico

Após a realização das avaliações pré-experimentais, os pacientes foram aleatoriamente alocados em dois grupos de intervenção, sendo que ambos receberam o treinamento físico (TF), mas um, recebeu também o treinamento muscular inspiratório (TMI), grupo TMI (GTF +TMI) e outro recebeu também a cinesioterapia respiratória, grupo cinesio (GTF+Cinesio). Esse programa de treinamento físico foi realizado durante 4 meses, três vezes por semana, em dias alternados, totalizando 48 sessões. Antes do início e ao final das sessões foram verificadas as medidas de PA, SpO<sub>2</sub>, FC, e ausculta pulmonar, sendo que as medidas de FC, SpO<sub>2</sub> e PA foram obtidas também no decorrer da sessão com a finalidade de monitorização.

O TF consistiu de alongamentos de MMSS e MMII e exercício em esteira ergométrica iniciado à 80% da velocidade e da inclinação obtidos no TE (DOURADO et al., 2009), sendo que a intensidade do treinamento foi ajustada ao longo das semanas, utilizando-se como parâmetro a sensação de dispneia, mantendo-se entre 4-6 da escala de BORG-CR10 (LANGER et al., 2009), e respeitando-se sempre a FC de 85% da FCmax. Foi suplementado oxigênio durante o esforço, quando a SpO<sub>2</sub> ficava abaixo de 88%. O tempo inicial foi de 20 minutos nas primeiras sessões, progredindo até 30 minutos. Foram realizados também exercícios de resistência localizada de MMII (grupo flexor e extensor) com pesos livres com aumentos quinzenais de 1-2kg de acordo com a tolerância de cada paciente.

No grupo TMI (GTF +TMI) foi associado o treino de força muscular inspiratória realizada com o PowerBreathe<sup>®</sup>, sendo sete séries de dois minutos cada, com um minuto de repouso entre elas, totalizando 21 minutos. Iniciou-se com 10 cmH<sub>2</sub>O (carga mínima do aparelho) na primeira semana para todos os pacientes, e depois foi aumentado (10 em 10 cmH<sub>2</sub>O, quando possível) durante quatro semanas até atingir 60% da PImáx inicial. Após esse primeiro mês, a carga foi ajustada quinzenalmente para 60% de um novo valor de PImáx até completar os

---

---

quatro meses. O padrão respiratório foi mantido livre. Esse protocolo foi uma adaptação dos protocolos de Beckerman et al.(2005) e Hill et al. (2007).

No grupo cinesio (GTF+Cinesio) foi associado um programa de exercícios específicos voltados à melhora da biomecânica e mobilidade da caixa torácica, adaptados do programa descrito por Paulin, Brunetto e Carvalho (2003). A sequência de exercícios foi elaborada de modo que a complexidade aumentasse progressivamente a cada mês. Foi realizada uma série de nove exercícios, cada um foi realizado 15 vezes. Os pacientes foram orientados a realizarem inspiração com padrão diafragmático, seguida de expiração com freio labial durante a realização dos exercícios.

---

---

Os dados coletados possibilitaram a elaboração de três estudos, intitulados:

Estudo I: **“Endurance dos músculos inspiratórios de indivíduos com DPOC e saudáveis – uma proposta de avaliação com o manovacuômetro e o PowerBreathe®”**

Estudo II: **“Quais as diferenças entre o treinamento muscular inspiratório e a cinesioterapia respiratória quando associados a um programa de treinamento físico em pacientes com DPOC?”**

Estudo III: **“Treinamento muscular inspiratório associado ao treinamento físico reduz o assincronismo tóraco-abdominal em pacientes com DPOC – estudo piloto”.**

O Estudo I foi submetido ao Jornal Brasileiro de Pneumologia em dezembro de 2012 (Anexo E); o estudo II foi submetido à Revista Brasileira de Fisioterapia em dezembro de 2012 (Anexo F); e o estudo III será submetido *à posteriori* ao corpo editorial de um periódico científico da área. Os estudos serão apresentados de acordo com as normas dos periódicos, podendo ser acrescidos de figuras e tabelas a fim de compor a tese.

---

---

**Artigo Original****ENDURANCE DOS MÚSCULOS INSPIRATÓRIOS DE INDIVÍDUOS COM DPOC E SAUDÁVEIS – UMA PROPOSTA DE AVALIAÇÃO COM O MANOVACUÔMETRO E O POWERBREATHE®****Resumo**

**Objetivos:** propor um método de avaliação da endurance muscular inspiratória, utilizando o manovacuômetro e o PowerBreathe®, e verificar sua viabilidade em pacientes com DPOC e indivíduos saudáveis. **Métodos:** vinte e um pacientes compuseram o grupo DPOC (GDPOC) e 19 indivíduos compuseram o grupo saudável (GS). Todos foram submetidos a uma anamnese, exame físico, medidas da pressão inspiratória máxima (P<sub>Imáx</sub>) e expiratória máxima (P<sub>Emáx</sub>), e o teste de endurance dos músculos inspiratórios. Este teste foi realizado utilizando-se o PowerBreathe® acoplado em um manovacuômetro analógico, sendo proposto um teste incremental, em que se obteve a pressão inspiratória máxima sustentada (P<sub>ImáxS</sub>) e um teste constante, que se determinou o tempo limite (T<sub>lim</sub>). **Resultados:** o teste de endurance inspiratório, de maneira geral, foi bem tolerado, sendo interrompido devido à dispneia ou por não conseguir atingir a pressão estipulada, e em alguns casos por desconforto e/ou dor bucal e incômodo pela presença de saliva. No GDPOC os valores da P<sub>Imáx</sub>, P<sub>Imáx</sub> %predito, P<sub>ImáxS</sub> e P<sub>ImáxS</sub>/P<sub>Imáx</sub> foram significativamente menores ( $p < 0,05$ ). Não houve diferença significativa entre os grupos quanto ao T<sub>lim</sub> e quanto a frequência respiratória nos testes incremental e constante. **Conclusão:** o equipamento PowerBreathe®, associado ao manovacuômetro, torna viável o teste de endurance muscular inspiratória, tanto em pacientes com DPOC quanto indivíduos saudáveis, especialmente utilizando-se o teste de carga incremental, podendo

---

---

contribuir em avaliações clínicas para se observar a real limitação muscular respiratória desses pacientes, e também as respostas após um programa de reabilitação pulmonar.

**Palavras-chave:** DPOC, músculos respiratórios, força muscular.

### **Abstract**

**Aims:** to propose a method to evaluate the inspiratory muscle endurance (IME) using the traditional manovacuometry and the PowerBreathe®. Moreover to verify its viability in patients with COPD and health subjects. **Methods:** 21 patients composed the COPD group (COPD-G) and 19 subjects composed the healthy group (HG). All subjects performed an anamnesis, a physical exam, the maximum inspiratory (MIP) and expiratory pressure (MEP) tests and the inspiratory muscles endurance test, which was performed using the PowerBreathe® device fixed in an analogical manovacuometry. It was proposed an incremental test in which was obtained the sustained maximum inspiratory pressure (SMIP) and a constant test in which was determined the limit time (Tlim). **Results:** the endurance test was well tolerated. It was interrupted due to dyspnea, in some cases due to uncomfortable, oral pain or the saliva presence and not by stipulated pressure not achieved. In the COPD-G the values of MIP, MIP (%pred), SMIP and SMIP/ MIP were significant lower ( $p < 0.5$ ). There was no significant difference between groups regarding Tlim and respiratory rate in the incremental and constant tests. **Conclusion:** the PowerBreathe® device associated with manovacuometry, makes acceptable the inspiratory muscles endurance test in patients with COPD and health subjects, specially using the incremental load test that would contribute to clinical assess to observe the real respiratory muscle limitation of these patients and, the responses after pulmonary rehabilitation programs.

**Key words:** COPD, respiratory muscles, muscle strength.

---

---

## INTRODUÇÃO

A endurance ou a resistência muscular é definida pela *American Thoracic Society/European Respiratory Society*<sup>(1)</sup> como a habilidade de sustentar uma atividade muscular ao longo do tempo. Para os músculos respiratórios, que realizam contrações submáximas ao longo da vida, avaliar a sua resistência parece bem mais funcional do que a avaliação da força<sup>(2)</sup>. Entretanto, há uma grande variedade de técnicas e testes para verificar a resistência muscular respiratória.

Dentre eles, tem-se os testes em que se tenta definir a capacidade de sustentar um nível máximo de ventilação, representado por uma porcentagem da ventilação voluntária máxima (VVM) ou o teste com carga externa, contínua e/ou incremental, dos quais o mais utilizado é o sistema de carga linear respiratória do tipo “threshold loading”, no qual a pressão requerida pelo músculo para abertura da válvula é relativamente constante e independe do fluxo e do volume<sup>(1,3)</sup>.

O método desse teste com carga externa, foi primeiramente descrito por Nickerson e Keens<sup>(4)</sup> e depois por Martyn et al.<sup>(5)</sup>, porém ao longo dos anos esses métodos foram adaptados e aplicados com diferentes tipos de equipamentos, que de uma maneira geral foram construídos de forma artesanal<sup>(6,7,8,9)</sup>. Dessa forma, os testes de endurance muscular respiratória ainda não são totalmente aplicáveis na prática clínica devido à diversidade dos métodos e por envolver dispositivos que não estão disponíveis comercialmente, uma vez que o Threshold IMT<sup>®</sup>, amplamente utilizado na clínica para treinamento muscular inspiratório, apresenta uma faixa de pressão limitada e o restringe para uso na avaliação da endurance dos músculos inspiratórios<sup>(3)</sup>. Houve uma tentativa de adaptação deste equipamento por Alves e Brunetto<sup>(3)</sup>, porém o modelo desmontável não está mais disponível comercialmente.

Recentemente no mercado foi lançado um dispositivo com carga linear, cuja resistência também é ajustada por mola, denominado PowerBreathe<sup>®</sup>, que pode atingir uma faixa de pressão

---

---

muito maior, de até 250cmH<sub>2</sub>O. Este equipamento já vem sendo utilizado para o treinamento muscular inspiratório, tanto em atletas, quanto em pacientes com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC)<sup>(10,11)</sup>, e há somente um estudo na literatura com indivíduos cardiopatas que utiliza esse equipamento para teste de endurance dos músculos inspiratórios<sup>12</sup>.

Diante disso, pensou-se em definir um teste de endurance com o PowerBreathe<sup>®</sup>, e verificar a sua aplicabilidade em pacientes com DPOC, que normalmente apresentam disfunção da musculatura respiratória, não somente caracterizada pela diminuição da força muscular respiratória, como também da endurance. E comparar com os de indivíduos considerados saudáveis, entende-se sem doença pulmonar e cardiovascular, a fim de fornecer informações mais elucidativas e verificar se é possível com o teste proposto observar a limitação muscular respiratória nos pacientes com DPOC.

Dessa forma, os objetivos deste estudo foram propor um método de avaliação da endurance muscular inspiratória, utilizando o manovacuômetro e o PowerBreathe<sup>®</sup>, e verificar sua viabilidade em pacientes com DPOC e indivíduos saudáveis.

## **MÉTODOS**

Trata-se de um estudo observacional, transversal, realizado na Unidade Especial de Fisioterapia Respiratória da instituição, em que foram avaliados pacientes com DPOC, encaminhados ao serviço, e indivíduos saudáveis recrutados por busca ativa na comunidade, de ambos os gêneros.

Atendendo à resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde (CNS), todos assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido mediante orientações. O projeto deste estudo e respectivo adendo foram aprovados pelo comitê de Ética e Pesquisa da instituição (parecer nº 141/2010, parecer nº 296/2011).

---

---

### Critérios de inclusão e exclusão

Foram incluídos pacientes acima de 50 anos com diagnóstico clínico de DPOC, constatado pela espirometria pré e pós broncodilatador, classificados segundo a *Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD)*<sup>(13)</sup>, em moderado a muito grave, clinicamente estáveis, sem história de infecções ou exacerbação dos sintomas respiratórios há pelo menos um mês anterior ao início das coletas de dados. Além disso, foram incluídos indivíduos com idade acima de 50 anos, sem história de doença respiratória e cardiovascular prévias, que não eram fumantes ou sem história prévia de tabagismo, em condições clínicas estáveis.

Foram excluídos os que apresentaram outras doenças respiratórias, cardíacas, osteomusculares e sequelas neurológicas ou ortopédicas que impedissem a realização dos testes. Além disso, foram excluídos os obesos, visto pelo índice de massa corpórea (IMC)  $\geq 30 \text{ kg/m}^2$ <sup>(14)</sup>.

O poder amostral calculado baseado na variável desfecho (P<sub>ImáxS</sub>) de um estudo piloto revelou que para um poder de 80%, com nível de significância de 5%, a amostra para cada grupo deveria ser de 19 indivíduos.

### Procedimento experimental

Todos os indivíduos do estudo foram submetidos a uma avaliação geral e específica do sistema respiratório, que constou de uma entrevista, exame físico, espirometria, medidas da força muscular respiratória e teste de endurance dos músculos inspiratórios.

No **exame físico** foi mensurada estatura e massa corporal em uma balança biométrica (Welmy<sup>®</sup>, modelo 110FF, São Paulo, SP, Brasil), no qual os indivíduos permaneceram descalços e semi-desnudo, mensurando a massa corporal total em kg e a estatura em metros e foi calculado o IMC, sendo utilizada a seguinte classificação:  $\text{IMC} < 20 \text{ kg/m}^2$  como baixo peso; IMC entre 20 a



---

---

24,9 kg/m<sup>2</sup> como peso normal; IMC de 25 a 29,9 kg/m<sup>2</sup> como acima do peso e, IMC  $\geq$  30 kg/m<sup>2</sup>, obeso<sup>(14)</sup>.

A **espirometria** foi realizada por meio de um espirômetro portátil (Easy One<sup>®</sup>, ndd, Zurique, Suíça), segundo as normas da ATS/ERS<sup>15</sup>, com o paciente devidamente orientado sentado e usando um clipe nasal. Os valores obtidos foram comparados com os previstos segundo Pereira *et al.*<sup>16</sup>.

A avaliação da **força muscular respiratória** consistiu das medidas de pressão inspiratória máxima (PImáx) e pressão expiratória máxima (PEmáx), realizadas de acordo com Black e Hyatt<sup>(17)</sup>, com paciente sentado e utilizando clipe nasal. Para tal utilizou-se um manovacuômetro escalonado em cmH<sub>2</sub>O (Ger-Ar<sup>®</sup>, São Paulo, Brasil), equipado com válvula de escape para alívio da pressão da parede bucal. A PImáx foi medida por uma inspiração máxima, precedida de uma expiração máxima partindo do volume residual; e a PEmáx foi medida por meio de uma expiração máxima, precedida de uma inspiração máxima partindo da capacidade pulmonar total. Foram realizadas no mínimo três e no máximo cinco medidas, determinado pela reprodutibilidade, ou seja, a diferença máxima de 10% entre as medidas<sup>(18)</sup>, sendo que o maior valor obtido foi considerado para análise. Os valores obtidos foram comparados aos previstos segundo Neder *et al.*<sup>18</sup>.

A **avaliação da endurance muscular inspiratória** foi realizada utilizando-se o PowerBreathe<sup>®</sup> (Gaiam Ltd; Southam, Warwickshire, UK), acoplado em um manovacuômetro analógico (Figura 1A), sendo que este último equipamento serviu para garantir que a carga estipulada estivesse sendo gerada e para dar um feedback a quem realizava o teste (Figura 1B). O teste foi realizado com o indivíduo sentado, braços apoiados e utilizando um clipe nasal para prevenir o vazamento de ar pelo nariz. Foi permitido que o indivíduo se familiarizasse com o

---

---

equipamento, antes do início do teste. Para isso eram realizados alguns ciclos respiratórios em diferentes cargas. Esta avaliação consistiu de dois testes, a saber: um teste incremental e outro constante, realizados no mesmo dia, com intervalo de 30 minutos entre eles, cujos métodos descritos na literatura foram adaptados para este estudo <sup>(8, 9, 19)</sup>.

O **teste incremental** iniciou com 10cmH<sub>2</sub>O (que é a carga mínima do aparelho) e a cada dois minutos houve um aumento de 10cmH<sub>2</sub>O, sendo realizado um minuto de repouso antes de aumentar a carga (Figura 2A). A maior carga que pudesse sustentar por pelo menos um minuto foi considerado o valor de pressão inspiratória máxima sustentada (PImáxS). Foram realizadas medidas de PImáx antes do início do teste e imediatamente após, a fim de verificar a ocorrência de fadiga muscular.

O **teste constante** foi realizado a 80% da PImáxS, obtida no teste incremental, anterior, sendo determinado o tempo limite (Tlim) de execução, que foi limitado em 30 minutos (Figura 2B). Cabe ressaltar que devido o equipamento ter incrementos de 10 em 10 cmH<sub>2</sub>O, havia a necessidade de uma aproximação da carga para mais ou para menos, para isso utilizou-se o seguinte critério, por exemplo se 80% da PImáxS correspondesse a um valor entre 30-34 cmH<sub>2</sub>O a carga era ajustada em 30cmH<sub>2</sub>O, mas se fosse entre 35-40 cmH<sub>2</sub>O era ajustada em 40 cmH<sub>2</sub>O.

Em ambos os testes não foi fixado um padrão respiratório, porém foram orientados a “soltar todo o ar” e com isso manter o tempo expiratório maior que o inspiratório. A frequência respiratória foi constantemente monitorada e também registrada durante o tempo de carga sustentada no teste incremental e a cada dois minutos no teste constante <sup>(2)</sup>.

Os testes foram interrompidos quando o indivíduo não conseguiu mais gerar a carga estipulada em três tentativas seguidas ou espontaneamente por dispneia e/ou fadiga. Eram dados incentivos, com frases de encorajamento “Força! Mantenha a pressão em...!”, a fim de estimular o desempenho máximo.

---

---

O PowerBreathe® foi o equipamento utilizado para se realizar esses dois testes, devido a amplitude da carga que ele pode gerar, lembrando que iniciou-se com um modelo com carga que vai de 0 até 90cmH<sub>2</sub>O (verde), aumentando de 10 em 10cmH<sub>2</sub>O e, quando houve necessidade de aumentar a carga, acima de 90cmH<sub>2</sub>O, mudava-se de modelo (azul e vermelho, com níveis de carga mais altas).

Durante os testes, a cada dois minutos, foram verificados a saturação periférica de oxigênio (SpO<sub>2</sub>) com um oxímetro de pulso (Nonin®, modelo 2500, Minneapolis, Mn, EUA), a frequência cardíaca (FC) por meio de um frequencímetro (Polar Vantage NV™®, modelo 1901001, Finlândia), a frequência respiratória e a sensação de dispneia por meio da escala CR10 de BORG<sup>(20)</sup>. Essas medidas associadas a medida da pressão arterial sistólica (PAS) e diastólica (PAD) pelo método auscultatório indireto foram realizadas também no repouso e imediatamente após os testes.

#### Análise estatística

Foi realizado o teste de Shapiro-Wilk a fim de verificar a normalidade dos dados. A estatística descritiva foi realizada para a caracterização da amostra, sendo os dados expressos em média±desvio-padrão e mediana (intervalo interquartilico) para as variáveis de distribuição paramétrica e não paramétrica, respectivamente. Para a análise intergrupos, foi utilizado o teste *t* de *Student* independente ou o teste de Mann-Whitney, para as variáveis com distribuição paramétrica e não paramétrica, respectivamente. O programa estatístico utilizado foi o Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) para Windows, versão 17.0. O nível de significância adotado foi de 5%.

---

---

## RESULTADOS

Foram elegíveis para o estudo 40 pacientes com DPOC, desses 19 foram excluídos devido aos critérios estabelecidos, sendo que 21 compuseram o grupo DPOC (GDPOC), sendo 15 homens, com idade média de  $67 \pm 10$  anos e IMC de  $22,8 \pm 3,9$ . Em relação aos indivíduos saudáveis 21 foram avaliados, sendo que dois foram excluídos, e assim 19 compuseram o grupo saudável (GS), sendo 10 homens, com idade média de  $67 \pm 6,6$  anos e IMC de  $24,3 \pm 3,1$ .

Essas variáveis demográficas, e antropométricas, assim como as espirométricas e de força muscular respiratória estão demonstradas na tabela 1 a seguir, na qual se constatou diferença significativa entre os grupos quanto as variáveis espirométricas e de força muscular inspiratória, com valores menores no GDPOC.

Quanto ao teste de endurance muscular inspiratório realizado com o PowerBreathe<sup>®</sup>, observou-se de uma maneira geral que o teste foi bem tolerado pelos indivíduos avaliados, sendo que o teste incremental foi interrompido devido a dispneia ou por não conseguir atingir a pressão estipulada. O teste constante, por sua vez, foi interrompido pelos mesmos motivos, mas também em alguns casos por desconforto e/ou dor bucal e incômodo pela presença de saliva.

Em relação às variáveis analisadas observou-se valores significativamente menores da P<sub>ImáxS</sub> no GDPOC, assim como da relação entre P<sub>ImáxS</sub> e P<sub>Imáx</sub>, sendo que esta correspondeu a 73% da P<sub>Imáx</sub> no GDPOC e a 92% no GS. Não houve diferença significativa entre os grupos quanto ao T<sub>lim</sub> e também quanto ao T<sub>lim</sub> normalizado em relação à carga usada no teste constante (Tabela 2).

Em relação às variáveis fisiológicas obtidas no teste, observou-se que a SpO<sub>2</sub> foi significativamente menor e a FC foi significativamente maior no GDPOC, tanto no teste incremental quanto no constante. A sensação de dispneia foi significativamente maior no

---

---

GDPOC no teste incremental, que foi em média leve, mas chegou a intensa em alguns indivíduos avaliados (Tabela 2).

Não houve diferença entre os grupos quanto a frequência respiratória a cada carga sustentada no teste incremental e a cada dois minutos no teste constante. Assim como também não houve diferença entre os valores de P<sub>Imáx</sub> pré e pós teste incremental em ambos os grupos.

## DISCUSSÃO

Este estudo propôs um método de avaliação da endurance muscular inspiratória utilizando o manovacuômetro e o PowerBreathe®. Para tal levou-se em consideração as premissas de que a endurance muscular inspiratória, quando testada utilizando uma carga externa, pode ser determinada por incrementos de carga, mantido por um tempo finito até o pico da carga a ser definido; sendo então determinada a carga máxima que se pode sustentar por um determinado tempo. E também pelo teste constante em que se define o tempo limite que consegue sustentar uma porcentagem da carga máxima obtida no teste incremental. Dessa forma, as duas variáveis, carga máxima sustentada e tempo limite, representam a endurance dos músculos inspiratórios<sup>(1)</sup>.

O método para avaliar a endurance muscular inspiratória utilizando carga externa foi primeiramente descrito por Nickerson e Keens<sup>(4)</sup>, em que o indivíduo tinha que sustentar a ventilação por 10 minutos em uma carga próxima a 90% da P<sub>Imáx</sub>, se não conseguisse, a carga era diminuída e após 10 minutos de repouso era realizado novamente. Depois disso, Martyn et al.<sup>(5)</sup> descreveram um teste incremental também para se testar a endurance dos músculos inspiratórios em que se iniciava com carga de 30-40% da P<sub>Imáx</sub> e a cada dois minutos a carga era aumentada entre 5-10% da P<sub>Imáx</sub>. Dessa forma, o teste foi melhor tolerado e os indivíduos foram capazes de atingir cargas mais altas, além de ser um teste menos influenciado pelo treinamento e pelo padrão respiratório.

---

---

De acordo com Larson et al.<sup>(9)</sup> os testes com aumento de carga contínuo podem ser muito extenuantes para pacientes com DPOC e a dispneia relatada pode mascarar os resultados obtidos no teste. Por isso, propuseram um teste incremental de forma descontínua, permitindo um minuto de repouso entre os aumentos da carga, o que se mostrou confiável e apresentou resultados semelhantes aos obtidos em testes contínuos em pacientes com DPOC.

Diante das conclusões do estudo de Larson et al.<sup>(9)</sup> e o fato de que com o equipamento utilizado neste estudo a carga é melhor ajustada se interrompido, optou-se por realizar um teste incremental, em que a cada incremento de carga era permitido um minuto de repouso. Além disso, como segundo Martyn et al.<sup>(5)</sup>, em testes incrementais que iniciam com cargas baixas, os sujeitos são capazes de desenvolver estratégias para tolerar cargas mais altas, optou-se por iniciar com a carga mínima do equipamento e aumentá-la de acordo com a possibilidade do aparelho, em detrimento de se estabelecer uma porcentagem da P<sub>Imáx</sub>, a fim de uma melhor padronização do método.

Neste estudo constatamos valores de P<sub>ImáxS</sub>, em cmH<sub>2</sub>O, muito semelhantes aqueles obtidos por Larson et al.<sup>(9)</sup> (44 cmH<sub>2</sub>O e 45 cmH<sub>2</sub>O, respectivamente), assim também como foi muito próximo ao constatado por Hill et al.<sup>(2)</sup> que foi de 40 cmH<sub>2</sub>O, o que evidencia a viabilidade do método que estamos propondo.

Em relação à tolerância do teste, cabe salientar que nossos indivíduos, tanto saudáveis quanto com DPOC, não apresentaram indícios de fadiga muscular respiratória pós o teste incremental, uma vez que os valores de P<sub>Imáx</sub> pré e pós teste para ambos os grupos não apresentaram diferença significativa.

Ainda sobre o teste incremental, alguns autores, consideram que este teste não seria específico para testar a endurance muscular inspiratória, mas que refletiria uma combinação de força e endurance dos músculos inspiratórios<sup>(21)</sup>. Em nosso estudo, observou-se que a P<sub>ImáxS</sub> foi

---

---

cerca de 73% da P<sub>Imáx</sub> no GDPOC e 92% no GS. Isso nos mostra que no DPOC ela reflete mais a endurance muscular inspiratória e no saudável ela tem essa característica de refletir a combinação entre força e endurance.

Outra questão importante é que dependendo do tipo de teste de endurance dos músculos respiratórios pequenas mudanças no fluxo inspiratório, relação tempo inspiratório/ tempo total e volume corrente interferem no valor da endurance <sup>(1)</sup>. Porém, segundo Martyn et al.<sup>(5)</sup> o teste incremental não é influenciado pelo aprendizado ou pelo padrão respiratório e é reprodutível. Por isso, alguns autores relatam não ser extremamente importante controlar o padrão respiratório nesse tipo de teste <sup>(21)</sup>.

Dessa forma, optou-se por monitorizar a frequência respiratória e não pré determiná-la, assim como em outros estudos <sup>(2,21)</sup>. Isso provavelmente não influenciou valores de endurance neste estudo, uma vez que ao comparar as frequências respiratórias de cada carga do teste incremental e a cada dois minutos no teste constante entre o GDPOC e GS não se observou diferença.

Em relação ao T<sub>lim</sub>, pudemos constatar uma grande variação de tempo entre os indivíduos do mesmo grupo, não resultando em diferença significativa entre os grupos. Entretanto, o tempo encontrado para o GDPOC (em média de 6 minutos) foi bem próximo ao encontrado por Hill et al.<sup>(2)</sup> que foi em média de 5 minutos.

Martyn et al. <sup>(5)</sup> ressaltam que muitos fatores contribuem para o tempo máximo tolerado, como a motivação, a tolerância das sensações desagradáveis e a própria força e endurance dos músculos inspiratórios. A grande variação entre os indivíduos pode ter sido causada pelas causas de interrupção, pois alguns relataram dor na boca e/ou presença de acúmulo de saliva, como fatores que impediram a continuidade do teste.

---

---

Essa variação de tempo entre os indivíduos no Tlim também foi observada por Hill et al.<sup>(2)</sup> que constataram que após um treinamento muscular inspiratório há aumento da PImáxS e do Tlim, porém o aumento é significativamente maior na PImáxS, sugerindo que o teste incremental pode ser mais acurado pra discriminar a verdadeira resposta ao tratamento. Em nossos resultados, a diferença significativa encontrada entre a PImáxS dos dois grupos pode indicar que o teste incremental foi mais sensível para detectar a diminuição da endurance muscular inspiratória encontrada nos pacientes com DPOC, do que o Tlim, o qual não proporcionou diferenças significativas entre os grupos estudados. Por isso entendemos que o teste constante deve ser avaliado com cautela, uma vez que muitos fatores externos podem causar a interrupção desse teste e não exclusivamente o cansaço e/ou a fadiga muscular respiratória propriamente dita.

Sendo assim, corroborando Clanton e Diaz<sup>(21)</sup> acreditamos que o teste incremental parece seguir uma melhor padronização e ser bem mais tolerado e reprodutível.

Quanto às variáveis fisiológicas, observou-se comportamento normal e mesmo no GDPOC não houve queda da SpO<sub>2</sub> abaixo de 90% no pico de ambos os testes, mas no teste incremental observou-se presença de dispneia. No teste constante, até mesmo alguns indivíduos saudáveis relataram dispneia, o que também foi um fator para interrupção do teste.

Pelos valores obtidos neste estudo podemos sugerir a utilização do PowerBreathe<sup>®</sup> para realização de teste de endurance muscular inspiratória, porém algumas limitações podem ser consideradas como a falta da monitorização de medidas mais específicas do ciclo respiratório, como tempo inspiratório e volume corrente, que apesar de alguns autores considerarem desnecessárias para a determinação da endurance muscular inspiratória, poderiam caracterizar melhor o teste. Além disso, a possibilidade de adaptar melhor o bucal para coletar a saliva, minimizando os incômodos nos indivíduos, para que esse não fosse um motivo de interrupção do teste, deve ser considerada, para melhora do método em possíveis estudos futuros.



---

---

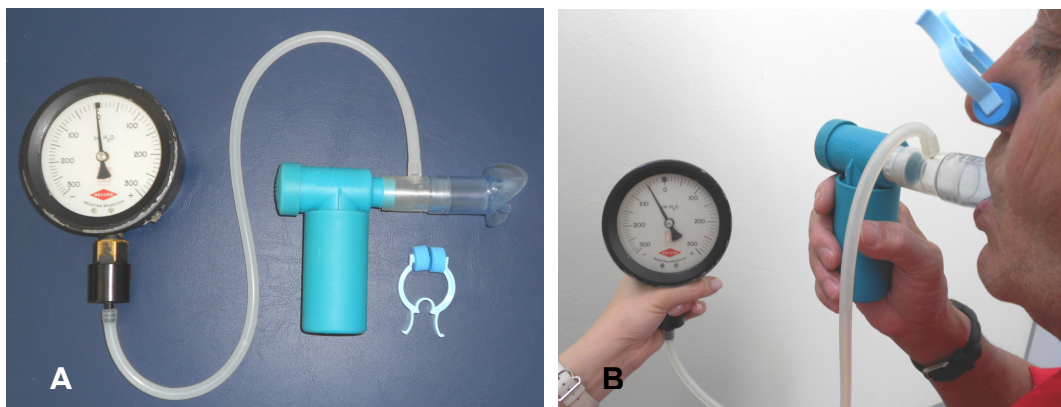
De acordo com os resultados observados, pode-se concluir que o equipamento PowerBreathe<sup>®</sup>, associado ao manovacuômetro, torna viável o teste de endurance muscular inspiratória, tanto em pacientes com DPOC quanto em indivíduos saudáveis, especialmente utilizando-se o teste de carga incremental, podendo contribuir em avaliações clínicas para se observar a real limitação muscular respiratória desses pacientes, e também as respostas após um programa de reabilitação pulmonar.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

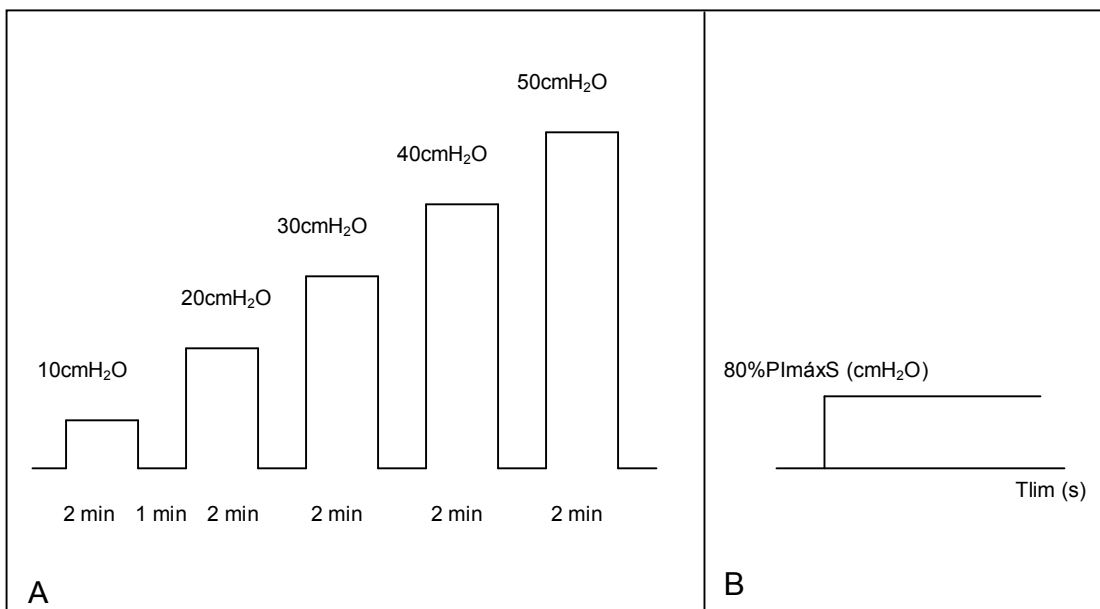
1. ATS/ ERS Statement on Respiratory Muscle Testing. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002; 166: 518-624.
2. Hill K, Jenkin SC, Philippe DL, Shepherd K, Hillman DR, Eastwood PR. Comparison of incremental and constant load tests of inspiratory muscle endurance in COPD. *Eur Resp J.* 2007; 30: 479-486.
3. Alves LA, Brunetto AF. Adaptação do Threshold<sup>®</sup> IMT para teste de resistência dos músculos inspiratórios. *Rev Bras Fisioter.* 2006; 10 (1): 105-112.
4. Nickerson BG, Keens TG. Measuring ventilatory muscle endurance in humans as sustainable inspiratory pressure. *J. Appl. Physiol. Respir Environ Exercise Physiol.* 1982; 52 (3):768-772.
5. Martyn JB, Moreno RH, Pará PD, Pardy RL. Measurement of inspiratory muscle performance with incremental threshold loading. *Am Rev Respir Dis.* 1987; 135; 919-923.
6. Bardsley PA, Bentley S, Hall HS, Singh SJ, Evans DH, Morgan MDL. Measurement of inspiratory muscle performance with incremental threshold loading: a comparison of two techniques. *Thorax.* 1993; 48: 354-359.
7. Eastwood PR, Hillman DR. A threshold loading device for testing of inspiratory muscle performance. *Eur Respir J.* 1995; 8: 463-466.
8. Fiz JA, Romero P, Gomez R, Hernandez MC, Ruiz J, Izquierdo J, et al. Indices of respiratory muscle endurance in healthy subjects. *Respiration.* 1998; 65: 21-27.
9. Larson JL, Covey MK, Berry JK, Wirtz SE, Alex CG, Matsuo M. Discontinuous incremental threshold loading test. *Chest.* 1999; 115: 60-67.

- 
- 
10. Volianitis S, McConnell AK, Koutedakis Y, Mcnaughton L, BackX K, David AJ. Inspiratory muscle training improves rowing performance. *Med Sci Sports Exerc.* 2001; 33(5): 803–809.
  11. Beckerman M, Magadle R, Weiner M, Weiner P. The effects of 1 year of specific inspiratory muscle training in patients with COPD. *Chest.* 2005; 128: 3177-3182.
  12. Neves LMT, Karsten M, Neves VR, Beltrame T, Borghi-Silva A, Catai AM. Relationship between inspiratory muscle capacity and peak exercise tolerance in patients post-myocardial infarction. *Heart Lung.* 2012; 41(2): 137-145.
  13. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD) Global Strategy for Diagnosis, management, and prevention of Chronic Obstructive Pulmonary Disease. 2011. Disponível em: <<http://www.goldcopd.org/guidelines-global-strategy-for-diagnosis-management.html>>. Acesso em: 12/06/2012.
  14. Prescott E, Almdal T, Mikkelsen KL, Tofteng CL, Vestbo J, Lange P. Prognostic value of weight change in chronic obstructive pulmonary disease: results from the Copenhagen City Heart Study. *Eur Respir J.* 2002; 20: 539-544.
  15. Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Coates A, et al. Standardisation of spirometry. *Eur Respir J.* 2005; 26:319-338.
  16. Pereira CAC, Rodrigues SC, Sato T. Novos valores de referência para espirometria forçada em brasileiros adultos de raça branca. *J Bras Pneumol.* 2007;33 (4):397-406.
  17. Black LF and Hyatt RE. Maximal Respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. *Am Rev Respir Dis.* 1969; 99:702.
  18. Neder JA, Andreoni S, Lerario MC, Nery LE.. Reference values for lung function tests. II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. *Braz J Med Biol Res.* 1999; 32:719-727.
  19. Ramirez-Sarmiento A, Orozco-Levi M, Güell R, Barreiro E, Hernandez N, Motas S, et al. Inspiratory Muscle Training in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease. Structural Adaptation and Physiologic Outcomes. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002; 166: 1491–1497.
  20. Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc.* 1982;14:377-381.
  21. Clanton TL, Diaz PT. Clinical assessment of the respiratory muscles. *Phys. Ther.* 1995; 75: 983-995.

## FIGURAS E TABELAS



**Figura 1.** A- PowerBreathe<sup>®</sup> conectado ao manovacúômetro. B – Posicionamento do voluntário durante a execução do teste.



**Figura 2.** A – Esquema do teste de endurance inspiratório incremental. B – Esquema do teste de endurance inspiratório constante.

**Tabela 1** - Variáveis demográficas, antropométricas, espirométricas e de força muscular respiratória do grupo DPOC (GDPOC) e saudável (GS).

Variáveis	GDPOC (n=21)	GS (n=19)
Sexo (H/M)	15/6	10/9
Idade (anos)	67,1±10	67,4±6,6
Massa corporal (Kg)	60,4±12,5	64,1±12,8
Altura (m)	1,62± 0,09	1,61 ± 0,07
IMC (Kg/m <sup>2</sup> )	22,8±3,9	24,3±3,1
VEF <sub>1</sub> /CVF (%)	49,9±13	82,8±9,2*
VEF <sub>1</sub> (L)	1,1±0,5	3,1±0,2*
VEF <sub>1</sub> (%pred)	44,4±16,6	104,9±4,8*
CVF (L)	2,2±0,7	3,8±0,8*
CVF (%pred)	69,7± 20	98,5±6,7*
VVM (L)	48,8±26,3	89,6±20,8*
VVM (%pred)	44,7±19,2	89,6±20,4*
PI <sub>máx</sub> (cmH <sub>2</sub> O)	60 (40-70) **	70(60-77,5)
PI <sub>máx</sub> (%pred)	60,3±19,9*	81,8±17,8
PE <sub>máx</sub> (cmH <sub>2</sub> O)	60 (50-70)	60 (42,5-77,5)
PE <sub>máx</sub> (%pred)	60,6±18	65,1±20,7

IMC = Índice de massa corpórea, VEF<sub>1</sub>/CVF = relação VEF<sub>1</sub>/CVF, VEF<sub>1</sub> = volume expiratório forçado no primeiro segundo, CVF= capacidade vital forçada, VVM= ventilação voluntária máxima, PI<sub>máx</sub> = pressão inspiratória máxima, PE<sub>máx</sub> = pressão expiratória máxima. \*Teste t Student independente, p<0,05. \*\*Teste Mann-Whitney, p<0,05.

**Tabela 2** - Variáveis pico dos testes de endurance muscular inspiratório do grupo DPOC (GDPOC) e saudável (GS).

<b>Variáveis /Teste incremental</b>	<b>GDPOC (n=21)</b>	<b>GS (n=19)</b>
PImáxS (cmH <sub>2</sub> O)	44,3±21,9*	61,2±15
SpO <sub>2</sub> (%)	93 (91-95) **	96 (94-98)
FC (bpm)	87 (87-99) **	75 (70-83)
Dispneia	2 (0-5) **	0 (0-0)
PAS (mmHg)	120 (120-130)	120 (120-137,5)
PAD (mmHg)	80 (70-80)	70 (62,5-80)
PImáx pré	60(40-70)	70(60-77,5)
PImáx pós	55(40-70)	70(70-77,5)
<b>Teste constante</b>		
Tlim (seg)	370,6±244,7	513,7±216,7
80% PImáxS (cmH <sub>2</sub> O)	35,4±18,4*	49,3±12,3
SpO <sub>2</sub> (%)	94 (92-96) **	97 (94-98)
FC (bpm)	91 (81-98) **	73 (71-81)
Dispneia	2 (1-4)	0 (0-3)
PAS (mmHg)	120 (110-130)	120 (120-137,5)
PAD (mmHg)	80 (70-80)	80 (70-80)
PImáxS/PImáx (%)	73 (±24)*	92 (±26)
Tlim/80%PImáxS (seg)	11,3 (±7,7)	11,4 (±7,0)

PImáxS = pressão inspiratória máxima sustentada, SpO<sub>2</sub> = saturação periférica de oxigênio, FC = frequência cardíaca, PAS = pressão arterial sistólica, PAD = pressão arterial diastólica, PImáx pré/ pós= pressão inspiratória máxima pré e pós teste de endurance incremental, Tlim = tempo limite, 80% PImáxS= 80% da pressão inspiratória máxima sustentada, PImáxS/PImáx = pressão inspiratória máxima sustentada em relação a pressão inspiratória máxima. Tlim/80%carga = tempo limite em relação a 80% da pressão inspiratória sustentada máxima. \* Teste t Student independente, p<0,05. \*\* Teste Mann-Whitney, p<0,05.

---

---

**Artigo Original****QUAIS AS DIFERENÇAS ENTRE O TREINAMENTO MUSCULAR INSPIRATÓRIO E A CINESIOTERAPIA RESPIRATÓRIA QUANDO ASSOCIADOS A UM PROGRAMA DE TREINAMENTO FÍSICO EM PACIENTES COM DPOC?****Resumo**

**Objetivos:** comparar os efeitos do treinamento muscular inspiratório (TMI) e da cinesioterapia respiratória (cinesio) associados ao treinamento físico (TF) quanto ao ganho de força e endurance dos músculos inspiratórios, mobilidade tóraco-abdominal, capacidade de exercício físico e a dispneia no esforço físico em pacientes com DPOC. Verificar se há relação das mudanças obtidas após treinamento entre essas variáveis. **Métodos:** finalizaram o estudo 25 pacientes, 13 no grupo GTF+TMI e 12 no GTF+Cinesio. Foram submetidos, antes e após o treinamento, a: espirometria; medidas da pressão inspiratória (PImáx) e expiratória máxima (PEmáx); endurance dos músculos inspiratórios, em que se determinou a pressão inspiratória máxima sustentada (PImáxS) e o tempo limite (Tlim); cirtometria; teste de caminhada de seis minutos (TC6'); teste ergométrico em esteira (TE); aplicação da escala *Medical Research Council* modificada (MRCm). **Resultados:** houve diferença entre os grupos, sendo significativamente maior ( $p < 0,05$ ) no GTF+TMI a PImáx, PImáxS, mobilidade abdominal, e significativamente menor a dispneia no pico do TC6' e do TE e a mMRC pós tratamento. Porém, em ambos os grupos houve aumento significativo da PImáx e da PImáxS, da mobilidade tóraco-abdominal, da distância percorrida no TC6' e da inclinação no TE, além da diminuição da dispneia no pico do TC6' ( $p < 0,05$ ). **Conclusão:** ambas as intervenções aumentaram a capacidade de exercício e diminuíram a dispneia no esforço físico de forma clinicamente significativa. Porém, pela especificidade do treinamento somente o TMI foi capaz de aumentar de forma

---

---

cl clinicamente relevante a força e a endurance muscular inspiratória o que resultou em uma mais pronunciada redução da dispneia.

**Palavras-chave:** DPOC, músculos respiratórios, exercícios respiratórios, dispneia, fisioterapia.

**Abstract**

**Aims:** to compare the effects of inspiratory muscle training (IMT) and respiratory exercise (RE) added to physical training (PT) as to gain strength and endurance of the inspiratory muscles, thoracoabdominal mobility, physical exercise capacity and dyspnea on exertion in COPD patients. In addition to checking whether a relation of the changes obtained after training between these variables. **Methods:** 25 patients completed the study: 13 composed IMT group (GPT+IMT) and 12 RE group (GPT+RE). Patients were assessed before and after training; spirometry; measures of maximum inspiratory (MIP) and expiratory pressure (MEP), test of inspiratory muscle endurance in which it was determined the sustained maximum inspiratory pressure (SMIP) and the limit time (Tlim), cirtometry, six-minute walking test (6MWT) and treadmill exercise testing (TT). Additionally, reported the modified Medical Research Council (mMRC). **Results:** there was a significant difference between groups ( $p < 0.05$ ). The GTF+IMT showed higher increase of MIP, SMIP, abdominal mobility values and higher decrease of dyspnea at 6MWTpeak, in TT and in the mMRC. However, both groups showed increased strength and endurance of the inspiratory muscles, thoracoabdominal mobility, 6MWT distance and in the inclination of TE. Furthermore, there was a reduction of dyspnea at the 6MWT peak ( $p < 0.05$ ). **Conclusion:** both interventions showed clinical improvement in the exercise capacity and dyspnea on exertion. Although, only the GPT+IMT showed clinically rise in the inspiratory muscle strength and endurance due to specificity of training, which caused larger fall of dyspnea.

**Key-words:** COPD, respiratory muscles, breathing exercises, dyspnea, physical therapy.

---

---

## INTRODUÇÃO

A Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC), caracterizada por obstrução ao fluxo aéreo não totalmente reversível<sup>1</sup>, acarreta em comprometimentos da musculatura respiratória, e periférica, causando a diminuição da capacidade ao exercício físico<sup>2,3</sup>. Segundo Singer *et al.*<sup>4</sup> o comprometimento, tanto da musculatura respiratória como dos membros inferiores, independentemente, são capazes de reduzir a capacidade de exercício físico no paciente com DPOC, enfatizando-se assim, a importância do treinamento específico, tanto de músculos respiratórios como periféricos em programas de reabilitação pulmonar (RP), de forma a maximizar os efeitos do treinamento físico.

A fraqueza dos músculos respiratórios nos pacientes com DPOC ocorre principalmente por mudanças na geometria da caixa torácica, devido à hiperinsuflação pulmonar, que altera a curva comprimento-tensão do diafragma, mas pode ocorrer também por fatores sistêmicos e mudanças estruturais nos músculos<sup>5,6</sup>.

Como formas de abordagens terapêuticas aos músculos respiratórios encontramos na literatura o treinamento muscular inspiratório (TMI)<sup>7</sup> e a cinesioterapia respiratória, que é fundamentada na reeducação funcional respiratória, em alongamentos dos músculos respiratórios e/ou exercícios físicos, envolvendo tronco e membros superiores (MMSS), que visam, não um treinamento muscular em si, mas melhorar a mobilidade da caixa torácica<sup>8,9,10,11</sup>.

Sobre o TMI, uma meta-análise recente<sup>7</sup> mostrou que é um tipo de treinamento efetivo para o paciente com DPOC, por aumentar a força e a endurance dos músculos inspiratórios, resultando em diminuição da dispneia e melhora da capacidade funcional. Os autores afirmam ainda, que os que se beneficiariam mais são aqueles com fraqueza muscular inspiratória. Entretanto, os estudos não são somente direcionados para essa população e mostram que esses benefícios também ocorrem em pacientes sem fraqueza muscular inspiratória<sup>12,13,14</sup>.



---

---

A cinesioterapia respiratória, por sua vez, é capaz de reduzir a hiperinsuflação pulmonar, podendo readequar a relação comprimento tensão dos músculos respiratórios, aumentar a mobilidade tóraco-abdominal, diminuindo os estímulos aferentes para o controle respiratório central, e assim reduzir a sensação de dispneia e também aumentar a capacidade de exercício físico<sup>8,9,10,11</sup>.

Entretanto, esta abordagem apesar de ser bastante empregada na prática clínica, necessita de evidência científica, pois há carência de registros na literatura, principalmente em relação às diferenças que poderiam ser observadas quando comparada ao TMI, cujos benefícios, aplicado sozinho ou associado a um treinamento físico, já estão um pouco mais definidos. Foi encontrado somente o estudo de Minaguchi et al.<sup>9</sup> comparando essas técnicas de forma isolada, e mostrou que ambos foram capazes de aumentar a capacidade submáxima de exercício, mas por mecanismos diferentes.

Diante disso, questionou-se quais seriam as diferenças entre o TMI e a cinesioterapia respiratória, quando ambos fossem associados a um treinamento físico, uma vez que o treinamento físico, baseado em um treino aeróbio, é parte essencial da RP<sup>15</sup>, e se ambos seriam capazes de proporcionar diferenças mínimas clinicamente significativas na dispneia e na capacidade de exercício físico. Levantou-se como hipótese que o TMI proporcionaria especificamente aumento da força e endurance muscular inspiratória, e a cinesioterapia aumento da mobilidade tóraco-abdominal, porém ambos, a diminuição da dispneia e aumento da capacidade de exercício de forma clinicamente significativa.

Portanto, os objetivos deste estudo foram comparar os efeitos do TMI e da cinesioterapia respiratória associados ao treinamento físico quanto ao ganho de força e endurance dos músculos inspiratórios, mobilidade tóraco-abdominal, capacidade de exercício físico e a dispneia no

---

---

esforço em pacientes com DPOC. Além de verificar se há relação das mudanças obtidas após treinamento entre essas variáveis.

## MÉTODOS

Trata-se de um estudo prospectivo, longitudinal, randomizado, do tipo grupos paralelos, realizado na Unidade Saúde Escola (USE) e Unidade Especial de Fisioterapia Respiratória da instituição. Foram avaliados e tratados pacientes com DPOC, encaminhados a essas unidades, os quais foram alocados em dois grupos de tratamento de acordo com um plano de randomização em bloco gerado por um software<sup>16</sup>. Atendendo à resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde (CNS), todos os pacientes com DPOC assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido mediante orientações. O projeto deste estudo foi aprovado pelo comitê de Ética e Pesquisa da instituição (parecer nº 141/2010).

### Critérios de inclusão e exclusão

Foram incluídos pacientes, de ambos os gêneros, com idade acima de 50 anos com diagnóstico clínico de DPOC, constatado pela espirometria pré e pós broncodilatador, classificados segundo a *Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD)*<sup>(1)</sup>, em moderado a muito grave, clinicamente estáveis, fumantes e ex-fumantes, sem história de infecções ou exacerbação dos sintomas respiratórios há pelo menos um mês anterior ao início das coletas de dados ou ainda aqueles que não haviam participado ou que estavam há mais de seis meses sem participar de um programa de RP.

Foram excluídos aqueles que apresentaram outras doenças respiratórias, cardiovasculares (como hipertensão não controlada e arritmias graves), osteomusculares e sequelas neurológicas ou ortopédicas que impedissem a realização dos testes, além daqueles que faziam uso de

---

---

betabloqueador para controle da pressão, que apresentaram saturação periférica de oxigênio (SpO<sub>2</sub>) abaixo de 88% no repouso e que eram dependentes de oxigênio.

O poder amostral calculado com base em um estudo piloto, baseado no valor absoluto das variáveis de força e endurance muscular inspiratória e dispneia, revelou que para um poder de 80%, com nível de significância de 5%, a amostra para cada grupo deveria ser de 12 pacientes com DPOC.

### Procedimento experimental

Todos os pacientes foram submetidos a uma anamnese inicial e, antes e após o período de treinamento, aos seguintes testes: espirometria; medidas da força muscular respiratória; teste de endurance dos músculos inspiratórios; cirtometria tóraco-abdominal; teste de caminhada de seis minutos (TC6'); e teste ergométrico em esteira (TE). Além disso, foi também aplicada a escala *Medical Research Council* modificada (MRCm).

### Avaliação

Todos os testes foram realizados pelo mesmo avaliador, no mesmo horário do dia para cada paciente e da seguinte forma: no primeiro dia foi realizada a anamnese, a aplicação da escala mMRC, as medidas de força muscular respiratória e a cirtometria tóraco-abdominal, em dias diferentes e alternados foi realizada a espirometria, o teste de endurance muscular inspiratório, o TC6' e o TE.

A **espirometria** foi realizada por meio de um espirômetro portátil (Easy One<sup>®</sup>, ndd, Zurique, Suíça), segundo as normas da ATS/ERS<sup>17</sup>, com o paciente devidamente orientado, sentado e usando um clipe nasal. Os valores obtidos foram comparados com os previstos segundo Pereira et al.<sup>18</sup>.

---

---

A avaliação da **força muscular respiratória** consistiu das medidas de pressão inspiratória máxima (P<sub>Imáx</sub>) a partir do volume residual e de pressão expiratória máxima (PE<sub>máx</sub>) partindo da capacidade pulmonar total, com o paciente sentado, usando clipe nasal, de acordo com Black e Hyatt<sup>19</sup>. Para tal utilizou-se um manovacuômetro escalonado em cmH<sub>2</sub>O (Ger-Ar<sup>®</sup>, São Paulo, Brasil), equipado com válvula de escape para alívio da pressão da parede bucal. Os valores obtidos foram comparados ao previsto segundo Neder et al.<sup>20</sup>.

A **avaliação da endurance muscular inspiratória** foi realizada utilizando-se o PowerBreathe<sup>®</sup> (Gaiam Ltd; Southam, Warwickshire, UK), acoplado à um manovacuômetro analógico (Ger-Ar<sup>®</sup>, São Paulo, Brasil), sendo que este último equipamento serviu para garantir que a carga estipulada estivesse sendo gerada e para dar um feedback ao paciente durante o teste. Foi realizado com o paciente sentado e utilizando um clipe nasal. Esta avaliação consistiu de dois testes, a saber: um teste incremental e outro constante, realizados no mesmo dia, com intervalo de 30 minutos entre eles, cujos métodos descritos na literatura foram adaptados para este estudo<sup>12,21,22</sup>.

O **teste incremental** iniciou com 10cmH<sub>2</sub>O (que é a carga mínima do aparelho) e após respirar no aparelho por dois minutos, fez-se um minuto de repouso e a carga foi aumentada em 10cmH<sub>2</sub>O<sup>21</sup>. A maior carga que pudesse ser sustentada por pelo menos um minuto foi considerado o valor de pressão inspiratória máxima sustentada (P<sub>ImáxS</sub>).

O **teste constante** foi realizado a 80% da P<sub>ImáxS</sub>, obtida no teste incremental, sendo determinado o tempo limite (T<sub>lim</sub>) de execução, que foi limitado para este estudo em 30 minutos.

Em ambos os testes não foi fixado um padrão respiratório, porém a frequência respiratória foi constantemente monitorada e registrada<sup>22</sup>. Os testes foram interrompidos quando o paciente não conseguiu mais gerar a carga estipulada em três tentativas seguidas ou

---

---

espontaneamente por dispneia e/ou fadiga. Eram dados incentivos verbais a fim de estimular o desempenho máximo.

A **cirtometria tóraco-abdominal** foi realizada por meio de uma fita métrica, escalonada em centímetros (cm), colocada horizontalmente em três níveis: axilar, xifoidiano e abdominal. Com o paciente em posição ortostática, membros superiores relaxados ao longo do corpo e o tórax desnudo. Em cada um desses níveis, o paciente foi orientado a realizar uma inspiração máxima e logo após uma expiração máxima, sem direcionar o ar para uma ou outra região específica. Foram solicitadas três manobras, sendo que para análise foi computado o maior valor da diferença entre a inspiração e expiração<sup>23</sup>.

O **teste de caminhada de seis minutos (TC6')** foi realizado em uma pista de 30 metros de comprimento por 1,5 de largura de acordo com as normas da ATS<sup>24</sup>. Foram realizados dois testes no mesmo dia, com intervalo de 30 minutos, sendo computada a maior distância percorrida (DP).

O **teste ergométrico (TE)**, conduzido por médico cardiologista da USE, foi realizado em esteira ergométrica (Master ATL, Inbramed, Porto Alegre, Brasil), segundo a ATS/ACCP<sup>25</sup>, utilizando-se o protocolo de Bruce modificado<sup>26</sup>. Tratou-se de um teste sintoma limitado, cujo objetivo foi determinar a intensidade do treinamento aeróbio e determinar a existência de comorbidades cardiovasculares que impedissem a realização do treinamento físico.

Durante o TC6' e TE foram monitorizadas: a SpO<sub>2</sub>, com um oxímetro de pulso (Nonin<sup>®</sup>, modelo 2500, Minneapolis, Mn, EUA); a frequência cardíaca (FC), por meio de um frequencímetro (Polar Vantage NV<sup>TM</sup><sup>®</sup>, modelo 1901001, Finlândia) no TC6' e pelo eletrocardiograma (ECG) no TE e, a pressão arterial (PA) pelo método auscultatório indireto. Além disso, avaliou-se a sensação de dispneia e a fadiga de membros inferiores (MMII) por meio

---

---

da escala de BORG CR10. Vale salientar que foi suplementado oxigênio naqueles pacientes que durante esses dois testes tiveram queda da SpO<sub>2</sub> abaixo de 88%.

Foi utilizada uma versão validada da *Medical Research Council modificada (MRCm)*. Essa escala determina a limitação do paciente, baseado em seu grau de dispneia, quanto maior a pontuação pior e o paciente deve escolher uma alternativa que melhor caracteriza a sua limitação<sup>27</sup>.

#### Programa de treinamento físico

O **treinamento físico (TF)** foi realizado durante 4 meses, três vezes por semana, em dias alternados, totalizando 48 sessões. O TF, realizados por todos os pacientes, consistiu de alongamentos de MMSS e MMII e exercício em esteira ergométrica iniciado à 80% da velocidade e da inclinação obtidos no TE<sup>28</sup>, sendo que a intensidade de treinamento foi ajustada ao longo das semanas, utilizando a sensação de dispneia como parâmetro, mantendo entre 4-6 da escala de BORG-CR10<sup>29</sup>, e respeitando-se sempre a FC de 85% da FC<sub>máxima</sub> (FC<sub>max</sub>). Foi suplementado oxigênio durante o esforço, quando a SpO<sub>2</sub> ficava abaixo de 88%. O tempo inicial foi de 20 minutos, progredindo até 30 minutos. Foram realizados também exercícios de resistência localizada de MMII (grupo flexor e extensor) com pesos livres com aumentos quinzenais de 1-2kg de acordo com a tolerância do paciente.

No **grupo TMI** (GTF +TMI) foi associado o treino de força muscular inspiratória realizada com o PowerBreathe<sup>®</sup>, sendo sete séries de dois minutos cada, com um minuto de repouso entre elas, totalizando 21 minutos. Iniciou-se com 10 cmH<sub>2</sub>O (carga mínima do aparelho) na primeira semana para todos os pacientes, e depois foi aumentado (10 em 10 cmH<sub>2</sub>O) durante quatro semanas até atingir 60% da P<sub>Imáx</sub> inicial. Após esse primeiro mês, a carga foi ajustada quinzenalmente para 60% de um novo valor de P<sub>Imáx</sub> até completar os quatro meses. O

---

---

padrão respiratório foi mantido livre. Esse protocolo foi uma adaptação dos protocolos de Beckerman et al.<sup>13</sup> e Hill et al.<sup>22</sup>.

No grupo **cinesioterapia respiratória** (GTF+Cinesio) foi associado um programa de exercícios específicos voltados para a melhora da biomecânica e da mobilidade da caixa torácica (Tabela 1). Esses exercícios foram adaptados de acordo com o programa descrito por Paulin et al.<sup>10</sup>. A sequência de exercícios foi elaborada de modo que a complexidade aumentasse progressivamente a cada mês. Foi realizada uma série de nove exercícios, cada um foi realizado 15 vezes. Os pacientes foram orientados a realizarem inspiração com padrão diafragmático, seguida de expiração com freno labial durante a realização dos exercícios.

### **Análise estatística**

Para se verificar a distribuição dos dados aplicou-se o teste de Shapiro-Wilk. A estatística descritiva foi realizada para a caracterização da amostra, sendo os dados expressos em média±desvio-padrão e mediana (intervalo interquartilico) para as variáveis de distribuição paramétrica e não paramétrica, respectivamente. Para a análise intergrupos, foi utilizado o teste *t* de *Student* independente ou o teste de Mann-Whitney, e intragrupo o teste *t* de *Student* pareado e o teste de Wilcoxon, para as variáveis com distribuição paramétrica e não paramétrica, respectivamente. Calculou-se a diferença absoluta ( $\Delta$ = pós-prê) para todas as variáveis e aplicou-se os coeficientes de correlação de Pearson ou Spearman para avaliar a correlação entre os valores de  $\Delta$ . O programa estatístico utilizado foi o Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) para Windows, versão 17.0. O nível de significância adotado foi de 5%.

---

---

## RESULTADOS

Foram elegíveis 54 pacientes com DPOC, dos quais 25 foram excluídos por não atenderem aos critérios estabelecidos. Os 29 pacientes incluídos foram avaliados e aleatorizados, de forma que 16 compuseram o grupo treinamento físico associado ao treinamento muscular inspiratório (GTF+TMI) e 13 o grupo treinamento físico associado a cinesioterapia respiratória (GTF+Cinesio). Houve perda amostral de 4 pacientes, e assim 13 pacientes no GTF+TMI e 12 no GTF+Cinesio concluíram o estudo (Figura 1), constituindo a amostra final, que foi de 25 pacientes.

As características de cada grupo estão apresentadas na Tabela 2, sendo que não houve diferença entre os grupos quanto a idade, massa corporal, estatura e índice de massa corpórea. Assim como, também, não se observou diferença pré-intervenção entre os grupos, nas variáveis espirométricas, de gravidade da obstrução, segundo a GOLD e o MRCm.

Vale ressaltar que todos os pacientes faziam uso contínuo de broncodilatadores de longa duração e corticosteróides inalatórios, e não houve alteração da medicação no período de intervenção.

Quanto à análise pré e pós intervenção somente observou-se que a VVM (L/min) foi significativamente maior e que o MRCm diminuiu 1 ponto pós intervenção no GTF+TMI, com diferença significativa entre os grupos.

Na tabela 3 é possível observar que houve aumento significativo pós intervenção quanto a P<sub>Imáx</sub>, P<sub>Imáx</sub> em %pred e P<sub>ImáxS</sub> em ambos os grupos, porém foi maior no GTF+TMI, resultando em diferença significativa entre os grupos. O ganho foi em média de 26cmH<sub>2</sub>O na P<sub>Imáx</sub>, 26% na P<sub>Imáx</sub>%pred e de 19cmH<sub>2</sub>O na P<sub>ImáxS</sub> no GTF+TMI; e de 10 cmH<sub>2</sub>O na P<sub>Imáx</sub>, 10,6% na P<sub>Imáx</sub> %pred e 4 cmH<sub>2</sub>O na P<sub>ImáxS</sub> no GTF+Cinesio. Em relação ao T<sub>lim</sub> houve



---

---

diferença significativa somente no GTF+TMI após o tratamento, com ganho médio de 468 segundos, porém não houve diferença significativa entre os grupos.

Quanto à mobilidade tóraco-abdominal houve aumento significativo dos valores axilar e abdominal no GTF+TMI e nos três níveis no GTF+Cinesio, sendo que houve diferença significativa entre os grupos nos valores de mobilidade abdominal.

Em relação à capacidade de exercício observou-se que a distância percorrida no TC6' (DP-TC6') aumentou significativamente após o tratamento em ambos os grupos, sendo o ganho em média de 46m no GTF+TMI e de 34m no GTF+Cinesio, porém não houve diferença significativa entre os grupos. No TE houve aumento significativo da velocidade e da inclinação pós tratamento no GTF+TMI e somente da inclinação no GTF+Cinesio, porém não houve diferença significativa entre os grupos (Tabela 4).

Quanto à dispneia relatada no pico dos testes observou-se diminuição significativa pós tratamento nos testes de endurance inspiratório somente no GTF+TMI, não havendo diferença entre os grupos. No TC6' houve diminuição significativa em ambos os grupos, porém foi maior no GTF+TMI o que resultou em diferença significativa entre os grupos. No TE houve diminuição significativa somente no GTF+TMI, o que resultou também em diferença significativa entre os grupos. Houve diminuição significativa da fadiga de MMII no GTF+TMI tanto no pico do TC6' quanto no TE (Tabela 4).

Na análise de correlação, observou-se correlações no GTF+TMI entre o aumento da PImáx e da mobilidade abdominal ( $r=0,69$ ,  $p=0,039$ ), aumento na PImáxS com a redução da dispneia no pico do TC6' ( $r= -0,66$ ,  $p=0,023$ ) e com o aumento da inclinação do TE ( $r=0,67$ ,  $p=0,032$ ); e do aumento da mobilidade axilar com a redução da dispneia no pico do teste da PImáxS ( $r= -0,58$ ,  $p=0,037$ ). No GTF+Cinesio o aumento na PImáx se correlacionou com o aumento da mobilidade abdominal e xifoidiana ( $r=0,78$  e  $r=0,67$ ,  $p\leq 0,022$ , respectivamente). O

---

---

aumento da mobilidade axilar se correlacionou com a redução da dispneia no pico do teste da PImáxS ( $r = -0,77$ ,  $p = 0,015$ ); e o aumento da mobilidade xifoidiana correlacionou-se com a redução na dispneia no pico do TC6' ( $r = -0,77$ ,  $p = 0,005$ ).

## DISCUSSÃO

Este estudo teve como objetivo comparar os efeitos do TMI e da cinesioterapia respiratória associados ao treinamento físico quanto ao ganho de força e endurance dos músculos inspiratórios, mobilidade tóraco-abdominal, capacidade de exercício físico e a dispneia no esforço. Além de verificar se há relação das mudanças obtidas após treinamento entre essas variáveis.

Pode-se constatar que em ambos os grupos estudados houve aumento da força e da endurance dos músculos inspiratórios, assim como também da mobilidade tóraco-abdominal, e capacidade ao exercício, visto pelo aumento da DP no TC6' e da inclinação no TE. Além de diminuição da dispneia no pico do TC6'. Todavia, como hipotetizou-se, constatou-se que a especificidade do treinamento foi determinante nas mudanças, pois no GTF+TMI houve maior ganho da força e da endurance dos músculos inspiratórios quando comparado aos resultados do GTF+Cinesio. Este resultado é considerado importante, pois somente no GTF+TMI pode-se observar aumentos considerados clinicamente significativos, de acordo com meta-análise de Gosselink et al.<sup>7</sup>, na qual foi considerado como clinicamente relevante aumento de 13cmH<sub>2</sub>O para PImáx e para a PImáxS e 261 segundos para o Tlim.

Esses aumentos da força e da endurance podem refletir não somente uma mudança ou adaptação das características neuromusculares, com maior recrutamento das unidades motoras, mas sim mudanças estruturais dos músculos inspiratórios, pois segundo Ramirez-Sarmiento et

---

---

al.<sup>12</sup> após cinco semanas de TMI a 60% da PImáx, observou-se aumento das fibras do tipo I e II no músculo intercostal externo.

Há que se destacar que no presente estudo o treinamento também ocorreu a 60% da PImáx, o que só foi possível pela utilização do equipamento PowerBreathe<sup>®</sup>, referenciado em poucos estudos na literatura<sup>13,14</sup>. Apesar dessa carga relativamente alta, o TMI foi bem tolerado pelos pacientes deste estudo. Além disso, foi proposto um teste de endurance muscular inspiratório, com a utilização desse mesmo equipamento, a fim de viabilizar tal avaliação na prática clínica, com baixo custo e fácil operação, discriminando, de fato, os efeitos de um TMI<sup>22</sup>.

Quanto ao teste de endurance dos músculos inspiratórios observa-se que somente a PImáxS foi significativamente diferente entre os grupos, o que corrobora os resultados de Hill et al<sup>22</sup>, os quais concluíram que a PImáxS é mais sensível para detectar diferença na endurance daqueles que realizaram o TMI, pois o Tlim é muito variável entre os pacientes e pode sofrer interferências externas, como a motivação, a tolerância das sensações desagradáveis e a própria força e endurance dos músculos inspiratórios.

Ocorreram também aumentos significativos no GTF+TMI quando comparado ao GTF+Cinesio na VVM (L/min) e na mobilidade abdominal; e redução do MRCm e da dispneia ao esforço, sendo essas reduções de 1 ponto ou mais consideradas diferenças mínimas clinicamente significativas<sup>7</sup>. O ganho de força muscular inspiratória no GTF+TMI relacionou-se com ganho de mobilidade abdominal e o da endurance relacionou-se com a redução da dispneia no esforço. Além disso, o aumento da mobilidade axilar relacionou-se com a redução da dispneia no teste da endurance inspiratória.

Outros estudos também constataram que o TMI aumenta a mobilidade abdominal<sup>9</sup> e diminui significativamente a dispneia<sup>14, 30,31</sup>, o que é de fundamental importância na reabilitação pulmonar de pacientes com DPOC. Entretanto, quanto a melhora da VVM, Gosselink et al.<sup>7</sup>

---

---

constatarem no estudo de meta análise que apesar de alguns poucos estudos mostrarem essa melhora, eles não conseguiram comprovar efeito clinicamente significativo do TMI sobre essa variável.

No GTF+Cinesio as respostas pós tratamento não foram tão substanciais quanto no GTF+TMI, porém, assim como dito anteriormente observaram-se ganhos na força e endurance dos músculos inspiratórios, da mobilidade tóraco-abdominal e redução de pelo menos um ponto na dispneia, considerada clinicamente significativa. Observou-se também que houve maior ganho de força muscular inspiratória do que da endurance, resultando em diminuição da P<sub>Imáx</sub>S/P<sub>Imáx</sub> pós intervenção. O ganho na força muscular inspiratória teve relação com os ganhos na mobilidade tóraco-abdominal, e os ganhos na mobilidade torácica relacionaram-se com a redução da dispneia no teste de endurance muscular inspiratório e no TC6'.

Em estudos anteriores<sup>8,10</sup>, nos quais somente a cinesioterapia respiratória foi proposta como intervenção, observaram, semelhante aos nossos resultados, um aumento da mobilidade torácica, o que foi atribuído a redução da dispneia. Esses autores acreditaram haver uma alteração do feedback de receptores sensoriais e proprioceptivos da caixa torácica, o que reduz o comando nervoso eferente central para os músculos respiratórios em um determinado nível de ventilação, proporcionando a dessensibilização da dispneia.

Os efeitos objetivos da cinesioterapia respiratória, apesar de clinicamente satisfatórios, nem sempre são evidenciados, pois os resultados estão também na dependência do tipo de exercício a ser aplicado. Minoguchi et al<sup>9</sup>, ao aplicarem a cinesioterapia respiratória, com base em exercícios de alongamento, diferentemente dos nossos resultados, não observaram aumento na P<sub>Imáx</sub>. Como há evidências na literatura de que o treinamento físico geral não melhora a força e a endurance dos músculos inspiratórios<sup>30,31</sup>, é provável que o aumento da P<sub>Imáx</sub> dos pacientes com DPOC deste estudo, tenha ocorrido devido aos exercícios propostos. É sabido que a

---

---

recuperação da força muscular inspiratória, sobretudo do músculo diafragma poderia ocorrer por melhora da sua relação comprimento-tensão. Todavia, para que se possa embasar conclusões sobre este aspecto, seria necessário ter realizado uma avaliação específica do diafragma ou estudado um outro grupo que tivesse realizado somente treinamento físico geral.

Em relação à capacidade de exercício físico, constatou-se que a distância percorrida no TC6' não foi diferente entre os grupos, pois ambos tiveram ganhos clinicamente significativos, maiores que a diferença mínima clinicamente significativa (+25m)<sup>32</sup> na DP-TC6', visto que no GTF+TMI esse aumento foi em média de 46m e no GTF+Cinsesio de 34m. Ambos os grupos aumentaram também sua capacidade máxima de exercício físico. Porém, somente o ganho na inclinação no TE no GTF+TMI teve relação com os ganhos da endurance dos músculos inspiratórios.

Sobre esse aspecto há estudos que mostram que ao adicionar o TMI ao treinamento físico geral há um aumento da capacidade submáxima de exercício físico, com melhora clinicamente significativa em relação ao treinamento físico geral<sup>13,31</sup>.

Entretanto, diante da afirmação que ambos os grupos aumentaram sua capacidade de exercício, reafirma-se a hipótese de que a cinesioterapia respiratória, da maneira como foi realizada, pode, de alguma forma, ter contribuído para a o êxito semelhante entre os grupos quanto a capacidade de exercício físico, devido aos ganhos observados principalmente na força dos músculos inspiratórios e mobilidade torácica, assim como pela redução da dispneia constatada.

No GTF+TMI observou-se também redução da fadiga de MMII no esforço. Isso pode ter ocorrido devido a melhora da função dos músculos inspiratórios e redistribuição do fluxo sanguíneo, pois segundo Dempsey et al.<sup>33</sup> o trabalho muscular respiratório pode ser um importante determinante da fadiga dos MMII e da capacidade de exercício, uma vez que a

---

---

sobrecarga dos músculos respiratórios provoca um reflexo simpático vasoconstritor que limita o fluxo sanguíneo dos MMII. Entretanto, mais estudos são importantes para embasar essa afirmação.

Uma limitação metodológica a ser considerada é a inexistência de um terceiro grupo que realizasse somente o treinamento físico geral, e a análise da capacidade pulmonar total a fim de explicar melhor os ganhos na força e endurance dos músculos inspiratórios.

Vale ressaltar a relevância deste estudo no sentido de proporcionar benefícios à prática clínica, uma vez que propõe dois tipos de intervenção que não requerem muitos equipamentos, que são de fácil execução e que podem ser adaptadas para um atendimento domiciliar.

Dessa forma, conclui-se que ambos os programas de intervenção fisioterápicos desenvolvidos neste estudo puderam proporcionar benefícios, pois ambos aumentaram a mobilidade tóraco-abdominal, a capacidade de exercício físico e diminuíram a dispneia no esforço de forma clinicamente significativa. Sendo que, a principal diferença entre os programas, devido a especificidade do treinamento, foi que somente o TMI foi capaz de aumentar de forma clinicamente relevante a força e a endurance muscular inspiratória o que resultou em uma mais pronunciada redução da dispneia.

**Clinical trials.gov identifier: NCT01510041.**

## REFERÊNCIAS

1. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD) Global Strategy for Diagnosis, management, and prevention of Chronic Obstructive Pulmonary Disease. 2011, disponível em: <<http://www.goldcopd.org/guidelines-global-strategy-for-diagnosis-management.html>>. Acesso em: 12/06/2012.
2. Orozco-Levi M. Structure and function of the respiratory muscles in patients with COPD: impairment or adaptation? *Eur Respir J.* 2003;46: 41s-51s.

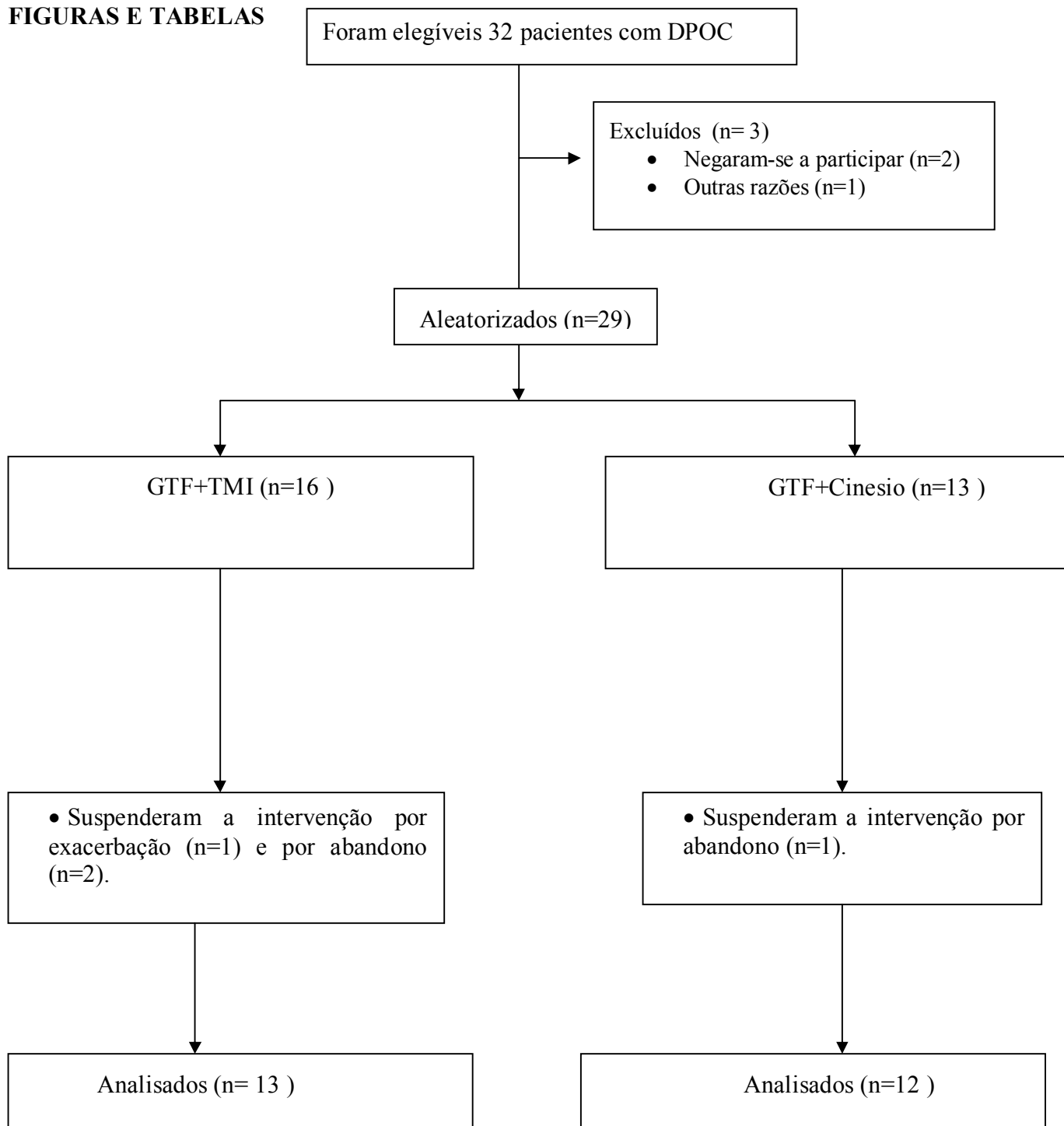
- 
- 
3. Bernard S, LeBlanc P, Whitton F, Carrier G, Jobin J, Belleau R, et al. Peripheral muscle weakness in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med.* 1998;158(2):629-634.
  4. Singer J, Yelin EH, Katz PP, Sanchez G, Iribarren C, Eisner MD, Blanc PD. Respiratory and skeletal muscle strength in copd: impact on exercise capacity and lower extremity function. *Cardiopulm Rehabil Prev.* 2011; 31(2): 111–119.
  5. Hill K, Jenkins SC, Hillman DR, Eastwood PR. Dyspnoea in COPD: can respiratory muscle training help? *Aust J Phys.* 2004; 50: 169-180.
  6. Ottenheijm CAC, Heunks LMA, Dekhuijzen PNR. Diaphragm muscle fiber dysfunction in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med.* 2007; 175: 1233-1240.
  7. 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: 416–425.
  8. Kakizaki FPT, Shibuya MD, Yamazaki T, Yamada M, Suzuhi H, Homma, I. Preliminary report on the effects of respiratory muscle stretch gymnastics on chest wall mobility in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Respir Care.* 1999; 44 (4): 409-414.
  9. Minoguchi H, Shibuya M, Miyagawa T, Kokubu F, Yamada M, Tanaka H, et al. Cross-over comparison between respiratory muscle stretch gymnastics and inspiratory muscle training. *Internal Med.* 2002; 41: 805-812.
  10. Paulin E, Brunetto AF, Carvalho CRF. Efeitos de programa de exercícios físicos direcionados ao aumento da mobilidade torácica em pacientes portadores de doença pulmonar obstrutiva crônica. *J Pneumol.* 2003; 29 (5): 287- 294.
  11. Putt MT, Watson M, Seale H, Paratz JD. Muscle stretching technique increases vital capacity and range of motion in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Arch Phys Med Rehabil.* 2008; 89:1103-1107.
  12. Ramirez-Sarmiento A, Orozco-Levi M, Güell R, Barreiro E, Hernandez N, Mota S, et al. Inspiratory muscle training in patients with chronic obstructive pulmonary disease. Structural adaptation and physiologic outcomes. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002; 166: 1491–1497.
  13. Beckerman M, Magadle R, Weiner M, Weiner P. The effects of 1 year of specific inspiratory muscle training in patients with COPD. *Chest.* 2005; 128: 3177-3182.

- 
- 
14. Magadle R, McConnell AK, Beckerman M, Weiner P. Inspiratory muscle training in pulmonary rehabilitation program in COPD patients. *Respir Med.* 2007; 101: 1500-1505.
  15. Nici L, Donner C, Wouters E, Zuwallack R, Ambrosino N, Bourbeau J, et al. American Thoracic Society/ European Respiratory society. Statement on pulmonary rehabilitation. *Am J Respir Crit Care Med.* 2006; 173: 1390–1413.
  16. Plano de randomização. Disponível em: < <http://www.randomization.com/>>. Acessado em 28/01/2012.
  17. Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Coates A, et al. Standardisation of spirometry. *Eur Respir J.* 2005; 26:319-338.
  18. Pereira CAC, Rodrigues SC, Sato T. Novos valores de referência para espirometria forçada em brasileiros adultos de raça branca. *J Bras Pneumol.* 2007; 33(4): 397-406.
  19. Black LF, Hyatt RE. Maximal Respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. *Am Rev Respir Dis.* 1969; 99:702.
  20. Neder JA, Andreoni S, Lerario MC, Nery LE. Reference values for lung function tests. II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. *Braz J Med Biol Res.* 1999; 32:719-727.
  21. Larson JL, Covey MK, Berry JK, Wirtz S, Alex CG, Matsuo M. Discontinuous Incremental Threshold Loading Test. *Chest.* 1999; 115: 60-67.
  22. Hill K, Jenkin SC, Philippe DL, Shepherd K, Hillman DR, Eastwood PR. Comparasion of incremental and constant load tests of inspiratory muscle endurance in COPD. *Eur Resp J.* 2007, 30: 479-486.
  23. Borghi-Silva A, Mendes RG, Silva ES, Paulucci HL, Picchi PC, Di Lorenzo VAP. Medida da amplitude tóraco-abdominal como método de avaliação dos movimentos do tórax e abdome em indivíduos jovens saudáveis. *Fisioterapia Brasil.* 2006; 7(1): 25- 29.
  24. American Thoracic Society Statement: Guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002; 166: 111-117.
  25. ATS/ACCP Statement on cardiopulmonary exercise testing. *Am J Respir Crit Care Med.* 2003; 167: 211-277.
  26. Bruce RA, Kusumi F, Hosmer D. Maximal oxygen intake and nomographic assessment of functional aerobic impairment in cardiovascular disease. *Am Heart J.* 1973; 85: 546-562.



- 
- 
27. Kovelis D, Segretti NO, Probst VS, Lareau SC, Brunetto AF, Pitta F. Validação do *Modified Pulmonary Function Status and Dyspnea Questionnaire* e da escala do *Medical Research Council* para o uso em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica no Brasil. *J Bras Pneumol.* 2008; 34 (12): 1008-1018.
  28. Dourado VZ, Tanni SE, Antunes LCO, Paiva SAR, Campana AO, Renno ACM, Godoy I. Effect of three exercise programs on patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Braz J Med Biol Res.* 2009; 42 (3): 263-271.
  29. 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 (COPD). *Rev Bras Fisioter.* 2009; 13(3): 183-204.
  30. Weiner P, Azgad Y, Ganam R. Inspiratory muscle training combined with general exercise reconditioning in patients with COPD. *Chest.* 1992; 102: 1351–1356.
  31. Wanke Th, Formanek D, Lahrman H, Brath H, Wild M, Wagner Ch, Zwick, H. Effects of combined inspiratory muscle and cycle ergometer training on exercise performance in patients with COPD. *Eur Respir J.* 1994; 7: 2205-2211.
  32. Holland AE, Hill CJ, Rasekaba T, Lee A, Naughton MT, McDonald CF. Updating the minimal important difference for six-minute walk distance in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Arch Phys Med Rehabil.* 2010; 91: 221–225.
  33. Dempsey JA, Romer L, Rodman J, Miller J, Smith C. Consequences of exercise-induced respiratory muscle work. *Resp Phys and Neurobiol.* 2006; 151: 242-250.

## FIGURAS E TABELAS

**Figura 1:** Fluxograma da casuística.

**Tabela 1:** Programa de exercícios de cinesioterapia proposto para o estudo a cada mês.

1º mês	2º mês	3º mês	4º mês
Orientações quanto ao padrão da respiração e o freno labial.	Exercício abdominal - em DD na horizontal com MMII fletidos e apoiados no chão, fletir tronco superior, com MMSS atrás da cabeça.	Exercício abdominal em DD na horizontal com MMII fletidos e apoiados, fletir tronco superior com MMSS atrás da cabeça.	Exercício abdominal em DD horizontal, com MMII fletidos e apoiados no chão, fletir tronco superior com MMSS cruzados a frente do tronco.
Exercício abdominal em DD elevado	Exercício abdominal – em DD deixar cair os MMII para um lado e depois para o outro lado.	Exercício abdominal em DD na horizontal com MMII fletidos e apoiados deixar cair os MMII para um lado e depois para o outro.	Exercício abdominal em DD horizontal, com MMII fletidos e apoiados sobre uma cadeira, fletir tronco superior com MMSS cruzados a frente do tronco.
Exercício de ponte	Exercício abdominal – em DD horizontal com MMII fletidos e apoiados no chão, estender e elevar um MI de cada vez.	Exercício abdominal em DD na horizontal com MMII fletidos e apoiados, estender um MI associado com elevação do MS contra lateral.	Sentado na cadeira elevar um MI e depois o outro, segurando um bastão na altura das ombros.
Em DD elevado com MMII fletidos e apoiados, fletir queixo.	Sentado na cadeira segurar bastão com MMSS estendidos na linha dos ombros e realizar rotação de tronco.	Sentado na cadeira empurrar uma mão contra a outra na linha média e realizar rotação de tronco.	Sentado na cadeira aduzir e abduzir MMSS estendidos na horizontal com peso de 1kg.
Sentado elevar MS fletindo o tronco contralateral.	Sentado na cadeira segurar bastão com MMSS estendidos na linha dos ombros e aduzir escápulas.	Sentado na cadeira segurar um bastão com os MMSS estendidos na altura dos ombros e rodar tronco.	Sentado na cadeira com MMSS estendidos na altura dos ombros segurando um 1kg, fletir e estender cotovelos, aduzindo escápulas.
Sentado na cadeira elevar MMSS com bastão até a altura dos ombros.	Sentado na cadeira empurrar uma mão contra a outra na linha média.	Sentado na cadeira aduzir e abduzir MMSS na horizontal a frente do tronco.	Sentado com bastão atrás da cabeça realizar rotação do tronco.
Sentado na cadeira levar ombros para trás, aduzindo as escápulas.	Em pé com os MMSS cruzados na frente do tronco, realizar rotação de tronco.	Em pé segurar o bastão atrás da cabeça, realizar a rotação de tronco.	Em pé, manter o bastão com MMSS estendidos na altura dos ombros e abduzir MI, uma vez de cada lado.
Em pé realizar flexão lateral do tronco com os MMSS estendidos ao lado do tronco.	Em pé com bastão atrás da cabeça realizar flexão lateral do tronco.	Em pé segurar o bastão com MMSS estendidos na altura dos ombros, realizar rotação de tronco.	Em pé, segurar bastão acima da cabeça e abaixar e elevar os MMSS, mantendo bastão atrás da cabeça.
Em pé com os MMII estendidos e abduzidos segurar o bastão atrás da cabeça e realizar respiração diafragmática.	Em pé, fletir e estender os MMSS na altura dos ombros segurando um bastão, aduzindo as escápulas.	Em pé segurar o bastão com MMSS estendidos na altura dos ombros, aduzir escápulas.	Em pé, com MMSS cruzados a frente do tronco, realizar flexão lateral do tronco.

DD= decúbito dorsal, MMII= membros inferiores, MS= um membro superior; MMSS=membros superiores.

**Tabela 2:** Variáveis demográficas, antropométricas, espirométricas, classificação de gravidade, dispneia e saturação periférica de oxigênio pré e pós intervenção nos grupos.

	GTF+TMI (n=13)		GTF+Cinesio (n=12)	
	Pré	Pós	Pré	Pós
Sexo (H/M)	11/2	-	9/3	-
Ex-fumante/Fumante atual	11/2	-	11/1	-
Idade (anos)	67,5±12,8	-	66±7,6	-
Massa corporal (Kg)	62±10,4	62,1±9,9	57±9,8	59,5±9,5
Altura (cm)	165,6±7,7	165,3±7,5	158,8±11,1	158,5±10,1
IMC (Kg/m <sup>2</sup> )	22,6±3,9	22,6 ± 3,7	22,6±3,1	22,8 ±2,5
VEF <sub>1</sub> /CVF (%)	50,2±11,7	50,5±11,7	41,5±11,2	40,5±11
VEF <sub>1</sub> (L)	1,2±0,5	1,3±0,5	0,8±0,3	0,8±0,2
VEF <sub>1</sub> (%pred)	46,9±18,5	52,4±20	36,1±9,7	37,9±10
CVF (L)	2,4±0,8	2,5±0,7	1,9±0,6	2,0±0,6
CVF (%pred)	74,5±23,1	79,7±18,3	65,6±8,8	73±12,5
CVL (L)	2,4±0,8	2,5±0,7	1,8±0,7	2,0±0,7
CVL (%pred)	72,3±21	80,5±16,6	66,2±13,8	73,3±12
VVM (L/min)	57,2±29,3	60±25,9*	38,2±23,1	37±15,6
VVM (%pred)	49,1±24,9	51,3±22,6	36,9±10,8	39,5±14,1
GOLD	3(2/3,5)	2(2/3)	3(3/3)	3(2/3)
MRCm	2(1/2)	1(1/1)** <sup>¶</sup>	1,5(1/2)	1(1/2)
SpO <sub>2</sub> (%)	94±1,2	94±1,1	93±2,6	94±2,0

Dados expressos em média±desvio padrão e mediana (intervalo interquartilico). GTF+TMI= grupo treinamento físico geral associado ao treinamento muscular inspiratório, GTF+Cinesio= grupo treinamento físico geral associado a cinesioterapia, IMC = Índice de massa corpórea, VEF<sub>1</sub>/CVF = relação VEF<sub>1</sub>/CVF, VEF<sub>1</sub> = volume expiratório forçado no primeiro segundo, CVF= capacidade vital forçada, VVM = ventilação voluntária máxima, GOLD= classificação da gravidade da obstrução segundo a GOLD, MRCm= Medical Research Council modificada, SpO<sub>2</sub> = saturação periférica de oxigênio. Análise intergrupos: \*Teste t Student independente, p<0,05. \*\*Teste *Mann-Whitney*. Análise intragrupo: <sup>¶</sup>Teste Wilcoxon, p<0,05.

**Tabela 3:** Variáveis de força muscular respiratória, endurance dos músculos inspiratórios, mobilidade da caixa torácica pré e pós intervenção nos grupos.

	GTF+TMI (n=13)			GTF+Cinesio (n=12)		
	Pré	Pós	Δ	Pré	Pós	Δ
PI <sub>máx</sub> cmH <sub>2</sub> O	-64,6±16,6	-90±22,7* <sup>¶</sup>	26,1±8,1	-57,2±14,8	-65,4±10,3 <sup>¶</sup>	10±6
PI <sub>máx</sub> %pred	66,9±18,3	92,3±22,1* <sup>¶</sup>	26±7,5	61,5±18,7	70,1±15 <sup>¶</sup>	10,6±6,1
PE <sub>máx</sub> cmH <sub>2</sub> O	65,3±11,2	68,4±12,8	3±10	60,9±16,4	66,3±10	5,4±10
PE <sub>máx</sub> %pred	63,3±11,8	67,5±13,7	3,9±10,2	62,8±21,6	67,5±16,1	4,7±8,5
PI <sub>máx</sub> S (cmH <sub>2</sub> O)	-55,3±23,3	-74,6±25,3 <sup>¶*</sup>	19,2±14,4	-37,2±20,5	-40,9±22,5 <sup>¶</sup>	3,6±5
PI <sub>máx</sub> S – Dispnea	2 (0/5,5)	0 (0/2) <sup>¶</sup>	-2(-2,5/0)	2 (0/5)	2 (0/3)	-2(-3/1)
PI <sub>máx</sub> S/PI <sub>máx</sub> (%)	82,1±22,2	86±19,3*	4,4±24,7	75,2±32,2	57,1±23,1 <sup>£</sup>	-18±23,4
Tlim (seg)	339±250,5	732,9±422,7 <sup>¶</sup>	468±412	377,1±297,4	515,7±416,2	53,1±149
Tlim – Dispnea	2 (0/5,5)	0 (0/3) <sup>¶</sup>	-1(-3,5/0)	2 (0,5/6)	2 (0,2/4)	-2(-5,5/ 0)
Mobilidade axilar	2,8±1,0	3,9±0,9 <sup>£</sup>	1±1	2,9±1,7	3,5±1,6 <sup>£</sup>	0,6±0,9
Mobilidade xifoidiana	3,6±1,1	4,0±1,2	0,4±1,3	1,9±2,3	3,5±1,3 <sup>£</sup>	1,5±1,8
Mobilidade abdominal	1,2±1,4	3,1±2,1 <sup>£*</sup>	1,9±2,1	1,3±1,0	2,7±1,1 <sup>£</sup>	1,4±0,6

Dados expressos em média±desvio padrão e mediana (intervalo interquartilico). Δ= diferença entre os valores absolutos pós menos pré intervenção, PI<sub>máx</sub> = pressão inspiratória máxima, PE<sub>máx</sub> = pressão expiratória máxima, PI<sub>máx</sub>S = pressão inspiratória máxima sustentada, PI<sub>máx</sub>S/PI<sub>máx</sub> = pressão inspiratória máxima sustentada em relação a pressão inspiratória máxima, Tlim = tempo limite, mobilidade axilar=cirtometria axilar. Análise intergrupos: \*Teste t Student independente, p≤0,05. \*\*Teste *Mann-Whitney*. Análise intragrupo: <sup>¶</sup>Teste Wilcoxon, p<0,05, <sup>£</sup> Teste t Student pareado p≤0,05.

**Tabela 4:** Capacidade de exercício, dispneia e fadiga de membros inferiores no pico dos testes pré e pós as intervenções.

	GTF+TMI (n=13)			GTF+Cinesio (n=12)		
	Pré	Pós	Δ	Pré	Pós	Δ
DP-TC6' (m)	413,2±110	470,5±93,6 <sup>¶</sup>	46±46	432,9±92,4	467,2±88,6 <sup>¶</sup>	34,3±38
TC6' - Dispneia	3(0,5/7)	0,75 (0/3,7) <sup>¶**</sup>	-2(-3,7/ -0,1)	5 (3/5)	3 (2/5) <sup>¶</sup>	-1(-2/-1)
Fadiga MMII – TC6'	0,5 (0/3)	0 (0/1,6) <sup>¶</sup>	-0,5(-2/0)	3 (0/7)	2 (0/3)	0(-4/0)
TE- Vel(Km/h)	3±0,5	3,7±0,8 <sup>¶</sup>	0,9±0,6	2,8±0,3	3,3±0,7	0,4±0,6
TE- Incl (%)	9,3±3,3	11,6±1,2 <sup>¶</sup>	2,9±2,7	7,9±2,8	11±1 <sup>¶</sup>	3,1±2,1
TE – Dispneia	4 (3/5,5)	2(0,8/ 3,2) <sup>¶**</sup>	-2(-2/ -0,8)	5 (4/6)	5 (3,5/5)	-1(-2/0)
TE – Fadiga MMII	2 (0/3)	0,25 (0/3) <sup>¶</sup>	0(-2,5/1)	3 (2/4)	3,5 (0/5)	1(-2/3)

Dados expressos em média±desvio padrão e mediana (intervalo interquartilico). Δ= diferença entre os valores absolutos pós menos pré intervenção, DP-TC6'= distância percorrida no teste de caminhada de seis minutos, TE = teste ergométrico protocolo Bruce modificado, Vel= velocidade, Incl= inclinação, MMII= membros inferiores. Análise intergrupos: \*Teste t Student independente, p≤0,05. \*\*Teste *Mann-Whitney*. Análise intragrupo: <sup>¶</sup>Teste Wilcoxon, p<0,05.

---

---

**Artigo Original****TREINAMENTO MUSCULAR INSPIRATÓRIO ASSOCIADO AO TREINAMENTO FÍSICO REDUZ O ASSINCRONISMO TÓRACO-ABDOMINAL EM PACIENTES COM DPOC – ESTUDO PILOTO.****Resumo**

**Objetivos:** verificar se o treinamento muscular inspiratório (TMI) e/ou a cinesioterapia respiratória (cinesio) associados ao treinamento físico (TF) podem proporcionar mudanças na força muscular inspiratória, no assincronismo tóraco-abdominal e na dispneia, no repouso e durante exercícios de membros superiores (MMSS) sem suporte. E se há diferença entre essas duas modalidades de intervenção. **Métodos:** finalizaram o estudo 16 pacientes com DPOC, sendo 9 no grupo GTF+TMI e 7 no GTF+cinesio. Todos foram submetidos pré e pós-intervenção a: espirometria, medidas da pressão inspiratória (P<sub>Imáx</sub>) e expiratória máximas (PE<sub>máx</sub>), teste ergométrico (TE) e avaliação do sincronismo tóraco-abdominal no repouso e em diferentes exercícios de MMSS sem suporte, na postura em pé, utilizando-se a pletismografia respiratória de indutância (PRI). **Resultados:** houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os grupos sendo maior após tratamento no GTF+TMI quanto aos valores de P<sub>Imáx</sub> e P<sub>Imáx</sub> em %predito. Somente no GTF+TMI houve diminuição significativa das variáveis de assincronismo toraco-abdominal pós intervenção no repouso e no exercício, com diferença significativa entre os grupos para o ângulo de fase (PhAng) na flexão de ombro até 90° ( $p < 0,05$ ). Houve também diminuição significativa da dispneia no GTF+TMI ( $p < 0,05$ ) nos exercícios de MMSS. **Conclusão:** o TF associado ao TMI reduz o assincronismo no repouso e durante exercícios com os MMSS, na postura em pé, para a amostra estudada.

**Palavras-chave:** DPOC, músculos respiratórios, mecânica respiratória, dispneia, fisioterapia.

---

---

**Abstract**

**Aims:** To verify if the inspiratory muscle training (IMT) and/ or respiratory exercise (RE) associated with physical training (PT) can provide changes in inspiratory muscle strength, in thoracoabdominal asynchronism and dyspnea at rest and during unsupported upper limb (UL) exercise. Moreover, it was to attest if there is a difference between these both technics modalities.

**Method:** Sixteen patients with COPD concluded the study: 9 which composed the GPT+IMT group and 7 that composed the GPT+RE group. All patients were assessed before and after training by spirometry, measures of maximum inspiratory (MIP) and expiratory pressures (MEP), treadmill exercise test (TT) and evaluation of thoracoabdominal asynchronism at rest, at different unsupported UL exercise and at stand position, using the respiratory inductance plethysmography (RIP). **Results:** There was significant difference ( $p<0.05$ ) between groups which higher values in the GPT+IMT regarding to MIP and MIP %pred. Only GPT+IMT showed significant reduction of thoracoabdominal asynchronism variables after intervention at rest and during exercise, with significant difference to the phase angle (PhAng) at shoulder flexion  $90^\circ$  ( $p<0.05$ ). Additionally, there was significant decrease of dyspnea in ( $p<0.05$ ) in the UL exercises in this group.

**Conclusion:** the PT associated with IMT reduces asynchronism at rest and during UL exercise at stand posture in the studied sample.

**Key word:** COPD, respiratory muscles, respiratory mechanic, dyspnea, physical therapy.



---

---

## INTRODUÇÃO

As alterações fisiopatológicas pulmonares presentes na Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) propiciam o aprisionamento aéreo desencadeando alterações da caixa torácica e disfunção dos músculos respiratórios, caracterizada por diminuição da força e endurance muscular, devido principalmente à desvantagem mecânica<sup>1</sup>. Essas alterações levam ao aparecimento de movimentos tóraco-abdominais assíncronos tanto no repouso, quanto durante o exercício físico<sup>2,3,4</sup>.

Os movimentos assíncronos podem ser mais evidentes na realização de exercícios com os membros superiores (MMSS), principalmente a elevação sem suporte, pois os músculos considerados acessórios da respiração (músculos da cintura escapular e tronco superior) estão envolvidos tanto na elevação dos MMSS, como na respiração. Com a consequente incoordenação na ativação desses músculos<sup>5</sup>, pode haver mudanças no padrão respiratório, aumento do consumo de oxigênio e da ventilação, bem como o assincronismo tóraco-abdominal e consequentemente piora da dispneia<sup>6,7,8</sup>. Esse quadro, portanto, repercute no cotidiano desses pacientes com DPOC, pois várias atividades da vida diária (AVD) envolvem a elevação dos MMSS sem suporte, o que gera aumento da dispneia, limitando-os ainda mais na execução destas tarefas<sup>9</sup>.

Diante disso, estudos têm mostrado os benefícios dos exercícios de MMSS, sejam isolados, ou associados ao treinamento físico e dos músculos inspiratórios, na capacidade de se realizar exercícios com os MMSS, na melhora da força e endurance dos músculos, assim como na melhora do padrão respiratório<sup>9</sup>. Entretanto, não há evidências científicas sobre os efeitos do treinamento físico no assincronismo tóraco-abdominal de pacientes com DPOC, nem mesmo sobre os efeitos de abordagens terapêuticas voltadas para os músculos respiratórios como o treinamento muscular inspiratório (TMI) e a cinesioterapia respiratória associados ao treinamento

---

---

físico no assincronismo toraco-abdominal no repouso ou durante os exercícios de MMSS sem suporte.

Dessa forma optou-se por revelar dados deste estudo piloto que teve como objetivos verificar se o TMI e/ou a cinesioterapia respiratória associados ao treinamento físico podem proporcionar mudanças na força muscular inspiratória, no assincronismo tóraco-abdominal e na dispneia no repouso e durante exercícios de MMSS sem suporte. E se há diferença entre essas duas modalidades de intervenção.

A hipótese deste estudo foi que ambas as intervenções proporcionariam a redução do assincronismo tóraco-abdominal e da dispneia no repouso e durante os exercícios de MMSS sem suporte, porém que o TMI proporcionaria melhores resultados, uma vez que é um trabalho mais específico de força e endurance dos músculos inspiratórios.

## **MÉTODOS**

Trata-se de um estudo piloto prospectivo, longitudinal, randomizado, grupos paralelos, realizado na Unidade Saúde Escola e Unidade Especial de Fisioterapia Respiratória da instituição. Foram avaliados e tratados pacientes com DPOC, encaminhados a essas unidades, os quais foram alocados em dois grupos de tratamento de acordo com um plano de randomização em bloco gerado por um *software*<sup>10</sup>. Atendendo à resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde (CNS), todos os pacientes com DPOC assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido mediante orientações. O projeto deste estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da instituição (parecer nº 141/2010).

---

---

### Critérios de inclusão e exclusão

Foram incluídos no estudo pacientes com idade acima de 50 anos com diagnóstico clínico de DPOC, constatado pela espirometria pré e pós broncodilatador, classificados segundo a *Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD)*<sup>11</sup>, em moderado a muito grave, clinicamente estáveis, fumantes e ex-fumantes, sem história de infecções ou exacerbação dos sintomas respiratórios há pelo menos um mês anterior ao início das coletas de dados e que não haviam participado ou que estavam há mais de seis meses sem participar de um programa de Reabilitação Pulmonar (RP). Foram excluídos aqueles que apresentaram outras doenças respiratórias, cardíacas (como arritmias graves), osteomusculares e sequelas neurológicas ou ortopédicas que impedissem a realização dos testes, além daqueles que apresentaram saturação periférica de oxigênio (SpO<sub>2</sub>) abaixo de 88% no repouso e que eram dependentes de oxigênio.

### Procedimento experimental

Todos os pacientes foram submetidos a uma avaliação inicial que constou da anamnese, e pré e pós-intervenção da espirometria, medidas da força muscular respiratória, teste ergométrico (TE) e avaliação do sincronismo tóraco-abdominal no repouso e em diferentes exercícios de MMSS, sem suporte, utilizando-se a pletismografia respiratória de indutância (PRI).

### Avaliação

Todos os testes foram realizados pelo mesmo avaliador, no mesmo horário do dia para cada paciente e da seguinte forma: no primeiro dia foi realizada a anamnese e as medidas de força muscular respiratória. Em dias diferentes e alternados foram realizadas a espirometria, o TE e a PRI.

---

---

A **espirometria** foi realizada por meio de um espirômetro portátil (Easy One<sup>®</sup>, ndd, Zurique, Suíça) em uma sala climatizada entre 22 a 24°C, segundo as normas da ATS/ERS<sup>12</sup>. Os pacientes receberam orientações prévias ao teste, assim como explicações sobre o mesmo. Os valores obtidos foram comparados com os previstos segundo Pereira et al.<sup>13</sup>.

A **avaliação da força muscular respiratória** consistiu das medidas de pressão inspiratória máxima (PI<sub>máx</sub>), partindo do volume residual e pressão expiratória máxima (PE<sub>máx</sub>), partindo da capacidade pulmonar total, realizadas de acordo com Black e Hyatt<sup>14</sup>, com paciente sentado e utilizando clipe nasal. Para tal utilizou-se um manovacuômetro escalonado em cmH<sub>2</sub>O (Ger-Ar<sup>®</sup>, São Paulo, Brasil), equipado com válvula de escape para alívio da pressão da parede bucal. Os valores obtidos foram comparados ao previsto segundo equação proposta por Neder et al.<sup>15</sup>.

O **TE** foi realizado segundo as diretrizes da ATS/ACCP<sup>16</sup>, conduzido por médico cardiologista, em uma esteira ergométrica, de acordo com o protocolo de Bruce modificado<sup>17</sup>. Tratou-se de um teste sintoma limitado, cujos objetivos foram determinar a intensidade do treinamento aeróbio e a existência de co-morbididades cardiovasculares que impedissem a realização do treinamento físico.

A **avaliação do assincronismo tóraco-abdominal** foi investigada no repouso e durante a realização de exercícios de MMSS na postura em pé, uma vez que as atividades da vida diária, de um modo geral, são realizadas nessa postura. Foi utilizada a PRI (LifeShirt; Vivo Metrics; Vnetura, CA), cujos sensores são dois condutores elétricos costurados a um colete sem mangas, e que ficam ao redor do tórax (na região dos mamilos) e ao redor do abdominal (na região umbilical)<sup>18</sup>. O equipamento foi calibrado previamente com os pacientes respirando em uma bolsa plástica com volume fixo de 800 ml (Figura 1A), realizando inspiração e expiração

---

---

máximas sete vezes, na posição sentada e em pé, duas vezes em cada posição, com pausas entre elas. Após a calibração, os pacientes realizaram os exercícios de MMSS descritos abaixo (Figura 2A e B):

- 1) Flexão dos ombros de 0° a 90°, ou seja, até a altura dos ombros.
- 2) Flexão dos ombros de 0° a 180°, ou seja, acima da linha dos ombros.

Inicialmente os pacientes ficaram na posição em pé por cinco minutos, de forma relaxada e em silêncio (Figura 1B). Posteriormente, realizaram os exercício 1 e 2, com quinze repetições cada, e um intervalo de um minuto de repouso entre eles. O padrão respiratório durante os exercícios não foi estipulado, sendo a inspiração e expiração realizadas de forma espontânea por cada paciente, sem imposição de tempos. No início e fim de cada exercício foi aplicada a escala CR10-Borg<sup>19</sup> para avaliação subjetiva de dispneia.

#### Programa de treinamento físico

Após essas avaliações os pacientes do estudo foram aleatoriamente alocados em dois grupos de intervenção, sendo que ambos receberam o treinamento físico (TF), mas um, recebeu também o treinamento muscular inspiratório (TMI), denominado grupo TMI (GTF+TMI) e outro a cinesioterapia respiratória, grupo cinesio (GTF+Cinesio). Essas intervenções estão especificadas a seguir.

O TF foi realizado durante 4 meses, três vezes por semana, em dias alternados, totalizando 48 sessões. Todos os pacientes foram submetidos a alongamentos de (MMSS) e membros inferiores (MMII), e exercício em esteira ergométrica iniciado a 80% da velocidade e da inclinação obtidos no TE<sup>20</sup>, sendo que a intensidade do treinamento era constantemente ajustada a fim de manter a sensação de dispneia entre 4-6 da escala de BORG-CR10<sup>21</sup>, respeitando-se sempre a FC de 85% da FCmax. Foi suplementado oxigênio durante o esforço,

---

---

quando a SpO<sub>2</sub> ficava abaixo de 88%. O tempo inicial foi de 20 minutos, progredindo até 30 minutos. Foram realizados também exercícios de resistência localizada de MMII (grupo flexor e extensor) com pesos livres, com ajustes quinzenais de 1-2kg de acordo com a tolerância do paciente.

No grupo TMI (GTF+TMI) foi acrescentado o treino de força muscular inspiratória realizada com o PowerBreathe<sup>®</sup>, sendo sete séries de dois minutos, ou seja o paciente inspirava e expirava dentro do aparelho durante esse período, com um minuto de repouso entre elas, totalizando 21 minutos. Iniciou-se com 10 cmH<sub>2</sub>O (carga mínima do aparelho) na primeira semana para todos os pacientes, e depois a carga foi aumentada, de 10 em 10 cmH<sub>2</sub>O, durante quatro semanas até atingir 60% da P<sub>Imáx</sub> inicial. Após esse primeiro mês, a carga foi ajustada quinzenalmente para 60% de um novo valor de P<sub>Imáx</sub> até completar os quatro meses. O padrão respiratório foi mantido livre. Esse protocolo foi uma adaptação dos protocolos de Beckerman et al.<sup>22</sup> e Hill et al.<sup>23</sup>.

No grupo cinesioterapia respiratória (GTF+Cinesio) foi acrescentado um programa de exercícios específicos voltados para a melhora da biomecânica e da mobilidade da caixa torácica. Esses exercícios foram adaptados de acordo com o programa descrito por Paulin et al.<sup>24</sup>. A sequência de exercícios foi elaborada de modo que a complexidade aumentasse progressivamente a cada mês. Foi realizada uma série de nove exercícios, cada um foi realizado 15 vezes. Os pacientes foram orientados a realizarem inspiração com padrão diafragmático, seguida de expiração com freno-labial durante a realização dos exercícios.

#### Análise da PRI

Os dados foram gravados em um cartão de memória e analisados no computador pelo software VivoLogic (Vivometrics, Ventura CA, USA). Para obter os dados em valores absolutos

---

---

de volume em ml, foi realizada uma calibração dos dados do tipo “*fixed volume least squares calibration*”, antes das análises das variáveis.

Neste estudo, as seguintes variáveis do ciclo respiratório foram analisadas: tempo inspiratório (Ti); tempo expiratório (Te); tempo total do ciclo respiratório (Ttot) e, proporção do tempo inspiratório em relação ao tempo total do ciclo respiratório (Ti/Ttot). Além dessas, também foram analisadas as variáveis do assincronismo tóraco-abdominal, a saber: relação da fase inspiratória (PhRIB); relação de fase expiratória (PhREB); relação da fase durante todo o ciclo respiratório (PhRTB) e, ângulo de fase (PhAng).

Os PhRIB, PhREB e PhRTB refletem a porcentagem de tempo em que a caixa torácica e o abdômen se movem em direções opostas durante a inspiração, expiração e todo o ciclo respiratório, respectivamente. O PhAng reflete o atraso entre a excursão da caixa torácica e do abdômen, e pode variar de 0°, refletindo sincronia perfeita, a 180°, caracterizando o movimento paradoxal<sup>25</sup>.

Para as análises dos resultados, primeiramente foi selecionado o minuto final da medida em repouso e todo o trecho dos exercícios. Posteriormente foi escolhido um período de 30 segundos de acordo com a estabilidade do sinal. Após essa seleção, os respectivos valores foram então convertidos em médias e submetidos às análises estatísticas<sup>26</sup>.

### **Análise estatística**

Foi realizado o teste de Shapiro-Wilk a fim de verificar a normalidade dos dados. A estatística descritiva foi realizada para a caracterização da amostra, sendo os dados expressos em média  $\pm$  desvio padrão e mediana (intervalo interquartilico) para as variáveis de distribuição paramétrica e não paramétrica, respectivamente. Para a análise das variáveis antropométricas, espirométricas, de força muscular respiratória e dispneia; foi utilizado o teste *t* de *Student*

---

---

independente ou o teste de Mann-Whitney (intergrupos), e teste *t* de *Student* pareado e o teste de Wilcoxon (intragrupo), para as variáveis com distribuição paramétrica e não paramétrica, respectivamente. Para a análise das variáveis do sincronismo tóraco-abdominal foi utilizado o teste Anova para medidas repetidas, com teste *post-hoc* de Bonferroni. O programa estatístico utilizado foi o *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) para *Windows*, versão 17.0. O nível de significância adotado foi de 5%.

## RESULTADOS

Para este estudo foram elegíveis 44 pacientes com DPOC, dos quais 24 foram excluídos por não atenderem aos critérios estabelecidos. Os 20 pacientes incluídos foram aleatorizados, de forma que 12 compuseram o GTF+TMI e 8 o GTF+Cinesio. Desses, 9 pacientes no GTF+TMI e 7 no GTF+Cinesio concluíram o estudo, constituindo a amostra final, que foi de 16 pacientes. Porém foram inseridos na análise 8 pacientes no GTF+TMI e 7 no GTF+Cinesio (Figura 3).

As características da amostra de cada grupo estão apresentadas na Tabela 1, sendo que não houve diferença entre os grupos quanto às variáveis antropométricas e espirométricas pré e pós-intervenção. Quanto aos valores de força muscular respiratória, observou-se que houve aumento significativo dentro de cada grupo para a P<sub>Imáx</sub> e a P<sub>Imáx</sub> em % do predito, e que houve no GTF+TMI valores significativamente maiores pós intervenção, quando comparado ao GTF+Cinesio.

Na avaliação da PRI pré-intervenção, o assincronismo tóraco-abdominal foi significativamente maior durante os exercícios de MMSS comparado com o repouso e não houve diferença entre os diferentes exercícios (Figura 4).



---

---

Quanto às variáveis do ciclo respiratório, não houve diferença na análise intra e inter grupo pré e pós-intervenção (Tabela 2). Em relação às variáveis do assincronismo tóraco-abdominal, não houve diferença entre os grupos pré, e somente no GTF+TMI houve diminuição significativa pós-intervenção dessas variáveis no repouso e nos exercícios de MMSS. Houve diferença entre os grupos somente no PhAng do exercício 1 pós intervenção, sendo os menores valores no GTF+TMI (Tabela 3).

Em relação à dispneia, houve diminuição significativa pós-intervenção somente para o GTF+TMI na dispneia relatada no final dos exercícios (Tabela 4). Não houve diferença entre os grupos pós intervenção quanto a essa variável.

## DISCUSSÃO

O principal achado deste estudo foi que o TMI associado ao TF foi capaz de diminuir o assincronismo tóraco-abdominal no repouso e durante exercícios de MMSS sem suporte na postura em pé de pacientes com DPOC, assim como a sensação de dispneia no final desses exercícios.

O assincronismo tóraco-abdominal caracteriza-se pela diferença no tempo de expansão ou retração entre os compartimentos abdominais e torácicos<sup>27</sup>. Nos pacientes com DPOC parece haver relação com a gravidade da doença, com a disfunção dos músculos respiratórios e, com a consequente sobrecarga imposta a esses músculos<sup>28</sup>. Além disso, o assincronismo tem relação com o pior prognóstico e a mortalidade<sup>2</sup>. Dessa forma, a avaliação do assincronismo tóraco-abdominal fornece dados importantes sobre a função respiratória desses pacientes<sup>29</sup>, tornando-a fundamental para melhor se conhecer especificidades dos movimentos respiratórios.

Diante disso, optou-se em investigar duas abordagens terapêuticas associadas ao TF, voltadas para uma atuação sobre os músculos respiratórios e sobre a caixa torácica, a saber, o

---

---

TMI, com o objetivo de incrementar a força e endurance dos músculos inspiratórios e a cinesioterapia respiratória, a qual visa melhorar a mobilidade tóraco-abdominal.

Sobre essas abordagens, a literatura mostra que o TMI é capaz de aumentar a força e a endurance dos músculos inspiratórios, resultando em diminuição da dispneia e melhora da capacidade funcional<sup>30</sup>. Enquanto isso, a cinesioterapia respiratória é capaz de reduzir a hiperinsuflação pulmonar, podendo readequar a relação comprimento-tensão dos músculos respiratórios, aumentar a mobilidade tóraco-abdominal, reduzir a sensação de dispneia e aumentar a capacidade de exercício<sup>24,31</sup>.

Até então não foram encontrados estudos na literatura sobre os efeitos do treinamento físico e, especificamente, dessas intervenções no assincronismo tóraco-abdominal de pacientes com DPOC, o que justificou a exploração deste estudo piloto.

Além disso, por ser na elevação de MMSS sem suporte que esse assincronismo, torna-se mais evidente<sup>5</sup> e por esse movimento dos MMSS ser muito comum nas atividades de vida diária, principalmente na postura em pé, optou-se por verificar os efeitos desses treinamentos no assincronismo tóraco-abdominal no repouso e nos exercícios de MMSS, sem suporte, na postura em pé.

Uma das formas de se avaliar a assincronia tóraco-abdominal é por meio da PRI que é um método preciso e não invasivo, e que permite avaliar o deslocamento dos compartimentos tóraco-abdominais, além de fornecer medidas de tempo e volume<sup>18</sup>. Ainda que não se trate do padrão ouro para esse tipo de avaliação, o emprego neste estudo da PRI por meio do sistema Life Shirt<sup>®</sup> justificou-se por se tratar de um instrumento portátil, prático e, sobretudo, por ser referenciado na literatura<sup>18</sup> como de alta confiabilidade, cuja acurácia depende da calibração inicial adequada e manutenção da mesma posição corporal<sup>32</sup>, o que foi atendido, uma vez que a calibração e os exercícios foram realizados sempre na postura em pé.

---

---

Os pacientes respiraram livremente, de forma que não foi exigido que realizassem um padrão respiratório específico durante a avaliação. Cabe salientar que não foi constatado diferença quanto às variáveis do ciclo respiratório intra e entre os grupos pré e pós intervenção. Todavia, foi possível observar, assim como já evidenciado em estudos anteriores<sup>2,3,4,5</sup>, a presença de assincronismo tóraco-abdominal no repouso, aumentando com a elevação dos membros superiores, seja a 90° ou a 180° de flexão dos ombros na postura em pé.

Após a intervenção observou-se que no GTF+TMI houve redução do assincronismo tóraco-abdominal, tanto no repouso quanto durante os exercícios de MMSS, com diferença entre os grupos somente para o PhAng no exercício 1, que envolveu a elevação dos braços de 0° a 90° (até a altura dos ombros). Nesse grupo também se observou maior ganho de força muscular inspiratória e redução da dispneia durante esses exercícios.

Na elevação dos MMSS sem suporte há participação dos músculos do tronco superior além dos músculos dos braços. Esses músculos do tronco superior, como o peitoral menor e maior, o grande dorsal, o serrátil anterior e parte inferior do trapézio, têm função respiratória e postural. Na elevação dos MMSS precisa-se manter a posição do tronco superior e dos membros, com isso a participação na respiração diminui, o que pode contribuir para aumento da sensação de dispneia<sup>33</sup>. Além disso, quando seus pontos de inserção extratorácicos não estão fixados eles não conseguem expandir a caixa torácica de forma adequada<sup>6</sup>.

Acredita-se que o TMI, na intensidade realizada nesse estudo, proporcionou o trabalho não somente dos músculos principais da inspiração como o diafragma, intercostais externos e escalenos, mas também desses músculos do tronco superior, o que pode ter acarretado em otimização das respectivas funções, tanto postural quanto respiratória, levando a melhora do assincronismo assim como a diminuição da dispneia durante tais atividades.

---

---

Não foi constatado melhora significativa entre os grupos após intervenção na maioria das variáveis, tampouco após a intervenção no GTF+Cinesio. Resultados esses que merecem ser melhor explorados num grupo maior de pacientes.

A limitação desse estudo, além do reduzido tamanho amostral, foi a não avaliação eletromiográfica de cada um desses músculos respiratórios, o que poderia fornecer informações mais detalhadas sobre a atividade muscular e as alterações da biomecânica do tórax.

Apesar dessas considerações e ainda que se trate de um estudo piloto, com casuística limitada, cabe salientar que os resultados deste estudo trazem informações importantes, ainda escassas na literatura científica, sobre os efeitos do treinamento físico, principalmente quando associado ao TMI no assincronismo tóraco-abdominal de pacientes com DPOC, tanto no repouso quanto durante atividades com os MMSS sem suporte e na postura em pé.

Dessa forma, conclui-se que somente após o TF associado ao TMI observou-se redução do assincronismo tóraco-abdominal no repouso e durante exercícios com os MMSS na postura em pé para a amostra estudada. E que são necessários novos estudos, com maior casuística, para maior exploração sobre os efeitos do TF associado à cinesioterapia de pacientes com DPOC.

**Clinical trials. gov identifier: NCT01510041.**

## REFERÊNCIAS

1. Orozco-Levi M. Structure and function of the respiratory muscles in patients with COPD: impairment or adaptation? *Eur Respir J.* 2003; 46: 41s-51s.
2. Ashutosh K, Gilbert R, Auchincloss JH, Peppi Jr D. Asynchronous breathing movements in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Chest.* 1975; 67: 553-557.
3. Alves GS, Britto RR, Campos FC, Vilaça ABO, Moraes KS, Parreira VF. Breathing pattern and thoracoabdominal motion during exercise in chronic obstructive pulmonary disease. *Braz J Med Biol Res.* 2008; 41: 945- 950.

- 
- 
4. Aliverti A, Quaranta M, Chakrabarti B, Albuquerque ALP, Calverley PM. Paradoxical movement of the lower ribcage at rest and during exercise in COPD patients. *Eur Respir J*. 2009; 33: 49-60.
  5. Celli BR, Rassulo J, Make BJ. Dyssynchronous breathing during arm but not leg exercise in patients with chronic airflow obstruction. *N Engl J Med*. 1986; 314: 485-490.
  6. Celli BR. Arm exercise and ventilation. *Chest*. 1988; 93(4): 673.
  7. Cerny FJ, Ucer C. Arm work interferes with normal ventilation. *Appl Ergonom*. 2004; 35: 411-415.
  8. Veloso M, Stella SG, Cendon S, Silva AC, Jardim JR. Metabolic and ventilatory parameters of four activities of daily living accomplished with arms in COPD patients. *Chest*. 2003; 124 (4): 1047-1053.
  9. Kathiresan G, Jeyaraman SK, Jaganathan J. Effect of upper extremity exercise in people with COPD. *J Thorac Dis* 2010; 2: 223-236.
  10. Plano de randomização. Disponível em: < <http://www.randomization.com/>>. Acessado em 28/01/2012.
  11. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD) Global Strategy for Diagnosis, management, and prevention of Chronic Obstructive Pulmonary Disease. 2011, disponível em: <<http://www.goldcopd.org/guidelines-global-strategy-for-diagnosis-management.html>>. Acesso em: 12/06/2012.
  12. Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Coates A, et al. Standardisation of spirometry. *Eur Respir J*. 2005; 26:319-338.
  13. Pereira CAC, Rodrigues SC, Sato T. Novos valores de referência para espirometria forçada em brasileiros adultos de raça branca. *J Bras Pneumol*. 2007; 33(4): 397-406.
  14. Black LF, Hyatt RE. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. *Am Rev Respir Dis*. 1969; 99:702.
  15. Neder JA, Andreoni S, Lerario MC, Nery LE. Reference values for lung function tests. II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. *Braz J Med Biol Res*. 1999; 32:719-727.
  16. ATS/ACCP Statement on cardiopulmonary exercise testing. *Am J Respir Crit Care Med*. 2003; 167: 211-277.

- 
- 
17. Bruce RA, Kusumi F, Hosmer D. Maximal oxygen intake and nomographic assessment of functional aerobic impairment in cardiovascular disease. *Am Heart J.* 1973; 85: 546-562.
  18. Clarenback CF, Senn O, Brack T, Kohler M, Bloch KE. Monitoring of ventilation during exercise by a portable respiratory inductive plethysmograph. *Chest.* 2005; 128: 1282-1290.
  19. Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc.* 1982; 14: 377-381.
  20. Dourado VZ, Tanni SE, Antunes LCO, Paiva SAR, Campana AO, Renno ACM, Godoy I. Effect of three exercise programs on patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Braz J Med Biol Res.* 2009; 42 (3): 263-271.
  21. 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 (COPD). *Rev Bras Fisioter.* 2009; 13(3): 183-204.
  22. Beckerman M, Magadle R, Weiner M, Weiner P. The effects of 1 year of specific inspiratory muscle training in patients with COPD. *Chest.* 2005; 128: 3177-3182.
  23. Hill K, Jenkin SC, Philippe DL, Shepherd K, Hillman DR, Eastwood PR. Comparison of incremental and constant load tests of inspiratory muscle endurance in COPD. *Eur Resp J.* 2007; 30: 479-486.
  24. Paulin E, Brunetto AF, Carvalho CRF. Efeitos de programa de exercícios físicos direcionados ao aumento da mobilidade torácica em pacientes portadores de doença pulmonar obstrutiva crônica. *J Pneumol.* 2003; 29 (5): 287-294.
  25. Mayer OH, Clayton RG Sr, Jawad AF, McDonough JM, Allen JL. Respiratory inductance plethysmography in healthy 3- to 5-year-old children. *Chest.* 2003; 124: 1812-1819.
  26. Costa D, Cancelliero KM, Ike D, Laranjeira TL, Pantoni CBF, Borghi-Silva A. Strategy for respiratory exercise pattern associated with upper limb movements in COPD patients. *Clinics.* 2011; 66 (2): 299-305.
  27. Delgado HR, Braun SR, Skatrud JB, Reddan WG, Pegelow DF. Chest wall and abdominal motion during exercise in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am. Rev Respir Dis.* 1982; 126 (2): 200-205.
  28. Parreira VF, Bueno CJ, França DC, Vieira DSR, Pereira DR, Britto RR. Padrão respiratório e movimento toracoabdominal em indivíduos saudáveis: influência da idade e do sexo. *Rev Bras Fisioter.* 2010; 14(5): 411-416.

- 
- 
29. ATS/ ERS. Statement on respiratory muscle testing. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002; 166: 518-624.
  30. 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: 416–425.
  31. Minoguchi H, Shibya M, Miyagawa T, Kokubu F, Yamada M, Tanaka H, et al. Cross-over comparison between respiratory muscle stretch gymnastics and inspiratory muscle training. *Internal Med.* 2002; 41: 805-812.
  32. Witt JD, Fisher JRKO, Guenette JA, Cheong KA, Wilson BJ, Sheel AW. Measurement of exercise ventilation by a portable respiratory inductive plethysmograph. *Resp Phys Neurobiol.* 2006; 15: 389-395.
  33. Stendardi L, Binazzi B, Scano G. Exercise dyspnea in patients with COPD. *Inter J COPD.* 2007; 2(4): 429-439.

## FIGURAS E TABELAS

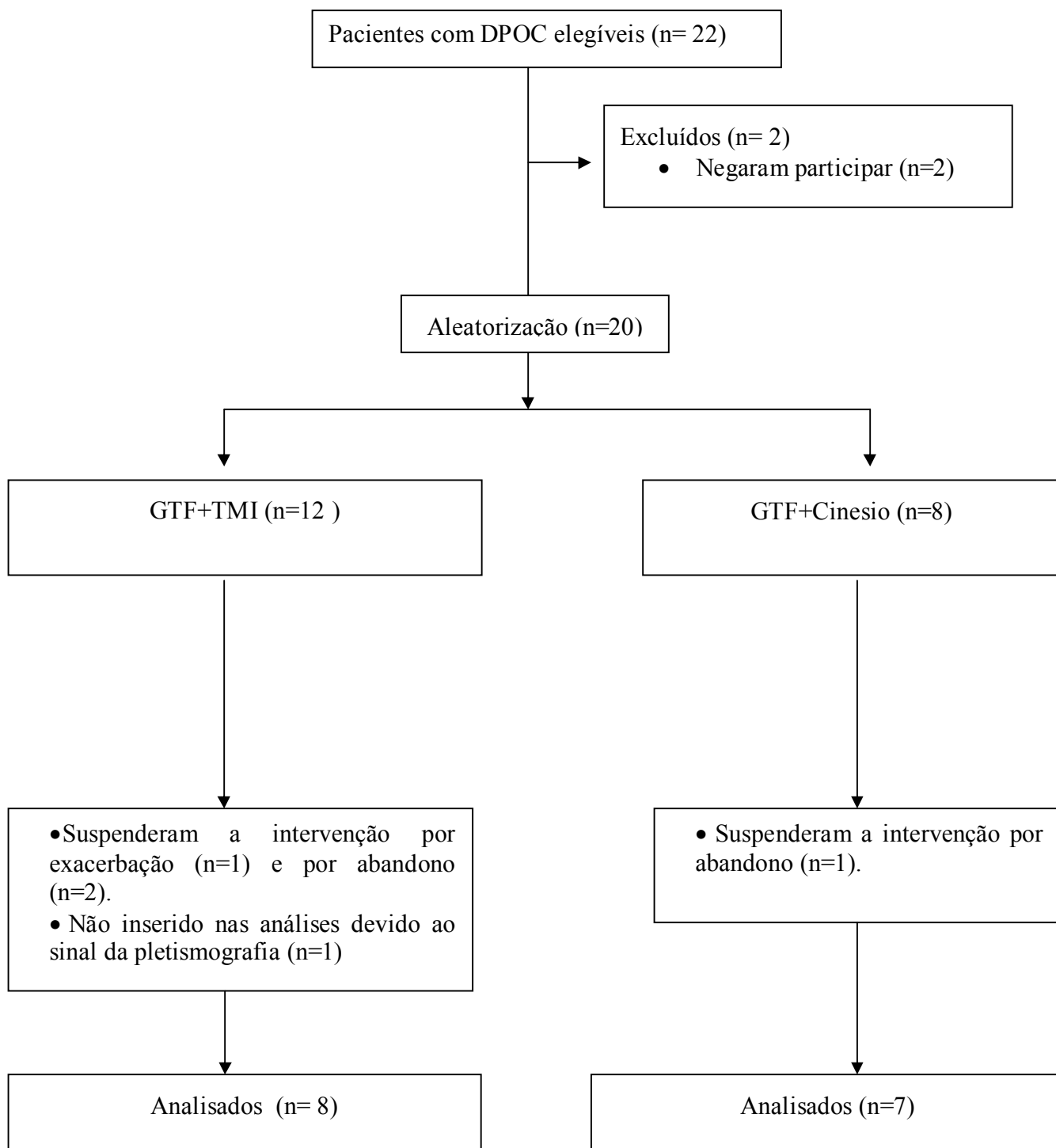


**Figura 1A:** Paciente na posição em pé para a realização da calibração da pletismografia respiratória de indutância. **B:** Visão do equipamento com o paciente na postura em pé em repouso.

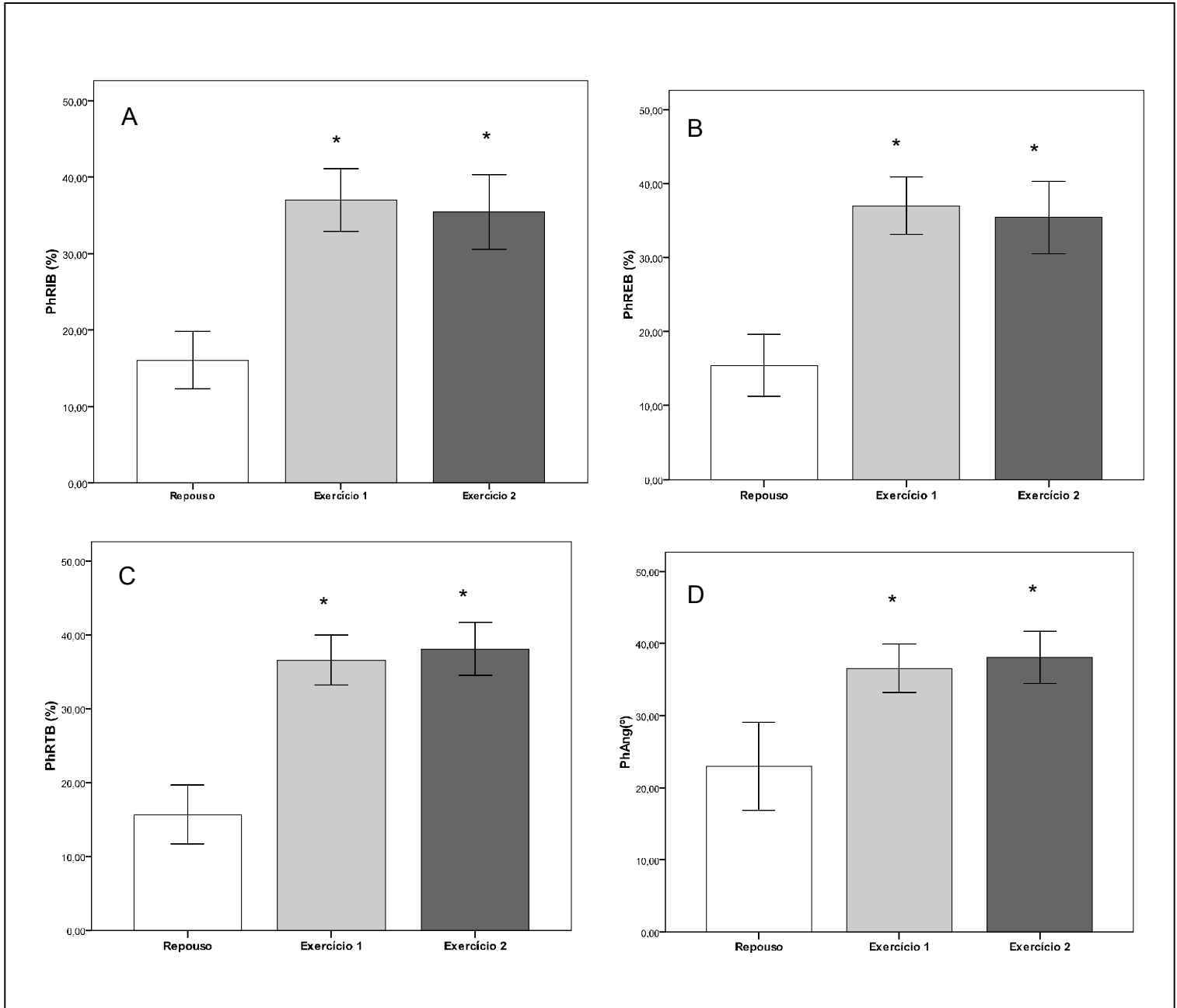




**Figura 2A:** Exercício de flexão dos ombros à 90°. **B:** Flexão dos ombros à 180° com a pletismografia respiratória de indutância.



**Figura 3:** Fluxograma da casuística.



**Figura 4 A:** Comparação das variáveis PhRIB (relação da fase inspiratória) entre o repouso e os exercícios de membros superiores (MMSS) em todos os pacientes pré intervenção. **B:** Comparação do PhREB (relação da fase expiratória). **C:** Comparação do PhRTB (relação da fase durante todo o ciclo respiratório). **D:** Comparação do PhAng (ângulo de fase). Teste Anova medidas repetidas com *post hoc* Bonferroni, \*diferença com o repouso,  $p < 0,05$ .

**Tabela 1:** Variáveis demográficas, antropométricas, espirométricas, classificação de gravidade e força muscular respiratória pré e pós intervenção nos grupos.

	GTF+TMI (n=8)		GTF+Cinesio (n=7)	
	Pré	Pós	Pré	Pós
Sexo (H/M)	6/2	-	5/2	-
Ex-fumante/Fumante atual	6/2	-	6/1	-
Idade (anos)	67,0±12,7	-	68,8±7,5	-
Massa corporal (Kg)	66,1±7,5	66±8	60,1±11	62,3±11,6
Estatura (cm)	166±8,6	166±8,7	162±8,6	162,1±8,5
IMC (Kg/m <sup>2</sup> )	24±2,6	23,9 ± 2,7	22,7±3,5	22 ±2,1
VEF <sub>1</sub> /CVF (%)	50,7±11,2	51,9±11,1	43±14,4	43,1±14,6
VEF <sub>1</sub> (L)	1,3±0,5	1,3±0,5	0,8±0,3	0,9±0,3
VEF <sub>1</sub> (%pred)	49,8±19,2	50,7±20,5	38,5±13	40,1±11,7
CVF (L)	2,5±0,7	2,5±0,7	1,9±0,6	2,1±0,6
CVF (%pred)	77,4±19,9	81,7±16	64,6±10,8	73,8±12,9
CVL (L)	2,5±0,8	2,5±0,7	2,0±0,7	2,1±0,7
CVL (%pred)	75,7±19,2	81,1±16,1	68,1±15	74,1±12,2
VVM (L)	61,8±21,4	61,8±27,5	46,9±28,8	45,3±16,8
VVM (%pred)	55,6±30,8	55,4±26,1	40,1±11,4	42,1±16
GOLD	3(2/3)	2(2/3)	3(2,75/3,25)	2,5(2/3,25)
PI <sub>máx</sub>	65,7±11,3	91,4±15,7 <sup>¶*</sup>	55±15,1	68,3±11,6 <sup>¶</sup>
PI <sub>máx</sub> %pred	67,5±11,9	93,8±14,3 <sup>¶*</sup>	60±19,4	72,6±17,8 <sup>¶</sup>
PE <sub>máx</sub>	68,5±6,9	72,8±9,5	63,3±17,5	69,1±12
PE <sub>máx</sub> %pred	65,7±6	70±8,7	64±24,5	69,1±20,3

Dados expressos em média±desvio padrão e mediana (intervalo interquartilico). GTF+TMI= grupo treinamento físico associado ao treinamento muscular inspiratório, GTF+Cinesio= grupo treinamento físico associado a cinesioterapia, IMC = Índice de massa corpórea, VEF<sub>1</sub>/CVF = relação VEF<sub>1</sub>/CVF, VEF<sub>1</sub> = volume expiratório forçado no primeiro segundo, CVF= capacidade vital forçada, CVL= capacidade vital lenta, GOLD= classificação da gravidade da obstrução segundo a GOLD, PI<sub>máx</sub> = pressão inspiratória máxima, PE<sub>máx</sub> = pressão expiratória máxima. Análise intergrupos: \*Teste *t* Student independente, p<0,05. Análise intragrupo: <sup>¶</sup> Teste *t* Student pareado, p<0,05.

**Tabela 2:** Variáveis do padrão respiratório no repouso e nos exercícios de MMSS pré e pós intervenção em cada grupo

Repouso	GTF+TMI (n=8)		GTF+Cinesio (n=7)	
	Pré	Pós	Pré	Pós
Ti (seg)	1,4 ± 0,5	1,3±0,2	1,1 ± 0,3	1,2±0,5
Te (seg)	2,6±1,3	2,6±0,9	1,9±0,5	1,9±0,7
Ttot (seg)	4,2±2,0	3,9±1,1	3,0±0,8	3,1±1,2
Ti/Ttot	0,3±0	0,3±0	0,3±0	0,3±0
Exercício 1				
Ti (seg)	1±0,4	0,9±0,2	1±0,3	1±0,3
Te (seg)	1,1±0,5	1±0,2	1,2±0,3	1,1±0,2
Ttot (seg)	2,2±0,9	1,9±0,5	2,2±0,6	2,1±0,5
Ti/Ttot	0,4±0	0,4±0	0,4±0	0,4±0
Exercício 2				
Ti (seg)	1±0,3	1±0,2	1,1±0,3	0,9±0,4
Te (seg)	1,1±0,4	1,1±0,3	1,3±0,4	1,1±0,2
Ttot (seg)	2,2±0,6	2,2±0,5	2,4±0,8	2,1±0,6
Ti/Ttot	0,4±0,6	0,4±0	0,4±0,6	0,4±0

Dados expressos em média±desvio padrão. MMSS= membros superiores, GTF+TMI= grupo treinamento físico associado ao treinamento muscular inspiratório, GTF+Cinesio= grupo treinamento físico associado a cinesioterapia, Ti= tempo inspiratório, Te= tempo expiratório, Tt=tempo total do ciclo respiratório, Ti/Ttot= proporção do tempo inspiratório em relação ao tempo total do ciclo respiratório. Análise inter e intra grupos: Anova medidas repetidas com *post roc* Bonferroni. Não houve diferença significativa.

**Tabela 3:** Variáveis do assincronismo tóraco-abdominal no repouso e durante os exercícios de MMSS pré e pós intervenção em ambos os grupos.

	GTF+TMI (n=8)		GTF+Cinesio (n=7)	
	Pré	Pós	Pré	Pós
Repouso				
PhRIB	17,3±16,9	8,4±10,2 <sup>¶</sup>	18,5±9	14,5±2,7
PhREB	19,1±20	10,1±12,4 <sup>¶</sup>	12,3±5,4	12,7±5,7
PhRTB	18,6±18,8	9,6±11,7 <sup>¶</sup>	14,1±6,3	14,4±3,6
PhAng	28,1±28,9	19,7±22,3	18,5±6,4	17,8±5,4
Exercício 1				
PhRIB	39,9±18	30,9±18,4	33,2±11	35±11,6
PhREB	42,6±15	34,1±15,7	30,5±10,1	34,9±14,8
PhRTB	39,4±14,8	30,8±14,9 <sup>¶</sup>	32,6±8,4	40,3±11,2
PhAng	65,7±40,7	39,6±19,5 <sup>¶*</sup>	45,3±15,5	54,1±25,5
Exercício 2				
PhRIB	37,8±22	27,5±23,8 <sup>¶</sup>	31,9±13	27±14,4
PhREB	48±11,7	33,7±19,5 <sup>¶</sup>	34,4±16,9	34,4±11,2
PhRTB	41,3±12,6	30,6±19,4 <sup>¶</sup>	33,7±14,3	30,9±10,6
PhAng	53,5±40,2	36,4±32,5	37,8±27,2	25,2±9,5

Dados expressos em média±desvio. MMSS= membros superiores, GTF+TMI= grupo treinamento físico associado ao treinamento muscular inspiratório, GTF+Cinesio= grupo treinamento físico associado a cinesioterapia, PhRIB= relação da fase inspiratória, PhREB= relação da fase expiratória, PhRTB= relação da fase durante todo o ciclo respiratório, PhAng= ângulo de fase. Análise: Anova medidas repetidas com *post hoc* Bonferroni, <sup>¶</sup>diferença intra grupo, pré e pós intervenção, <sup>\*</sup>diferença inter grupos pré e pós intervenção, p<0,05.

**Tabela 4:** Valores da dispneia no repouso e nos exercícios de MMSS pré e pós intervenção em ambos os grupos.

Dispneia	GTF+TMI (n=8)		GTF+Cinesio (n=7)	
	Pré	Pós	Pré	Pós
Repouso	0 (0-1,7)	0 (0-0,37)	0,5 (0-2,5)	0 (0-1,2)
Exercício 1	0,75 (0-2)	0 (0-0,5) <sup>¶</sup>	0,5 (0-3,2)	0 (0-1,2)
Exercício 2	0,75 (0-2)	0 (0-0,5) <sup>¶</sup>	0,5 (0-3,2)	0 (0-2)

Dados expressos em mediana (intervalo interquartilico). MMSS= membros superiores, GTF+TMI= grupo treinamento físico associado ao treinamento muscular inspiratório, GTF+Cinesio= grupo treinamento físico associado a cinesioterapia. Análise intergrupos: \*Mann-Whitney,  $p < 0,05$ . Análise intragrupo: <sup>¶</sup> Teste Wilcoxon,  $p < 0,05$ .

---

---

Tendo em vista os objetivos iniciais deste estudo, foi possível produzir três artigos científicos, denominados Estudo I, Estudo II e Estudo III, nos quais pudemos evidenciar os seguintes resultados:

- No estudo I observou-se que o equipamento PowerBreathe<sup>®</sup> associado ao manovacuômetro possibilitou avaliar a endurance muscular de pacientes com DPOC, uma vez que identificou a disfunção muscular nesses pacientes, podendo contribuir para as avaliações clínicas de rotina, por ser prático e de fácil execução.

- Nos estudos II e III foram propostos dois tipos de programas de intervenção fisioterápica, nos quais se associou ao TF o TMI com o PowerBreathe<sup>®</sup> e um protocolo de cinesioterapia respiratória especialmente elaborado para este estudo, cujo o objetivo foi trabalhar a mobilidade e a biomecânica tóraco-abdominal. Observou-se que ambos os programas puderam proporcionar benefícios aos pacientes com DPOC, pois ambos aumentaram a mobilidade tóraco abdominal, a capacidade de exercício físico e diminuíram a dispneia de forma clinicamente significativa. Entretanto, foi possível constatar que somente o TMI foi capaz de aumentar a força e a endurance muscular de forma clinicamente significativa, o que resultou em mais pronunciada redução da dipneia, além de melhora no assincronismo tóraco-abdominal.

Diante do exposto, esses estudos possibilitaram evidenciar relevância clínica e científica, tanto pela aplicabilidade na prática clínica, uma vez que os programas de intervenção propostos não requerem muitos equipamentos, serem de fácil execução e poderem ser até mesmo adaptados para um atendimento domiciliar, quanto pelos achados até então não divulgados na literatura sobre o tema.



---

---

ALIVERTI, A. et al. Paradoxical movement of the lower ribcage at rest and during exercise in COPD patients. **Eur Respir J**, v. 33, p. 49-60, 2009.

ALVES, L.A.; BRUNETTO, A.F. Adaptação do Threshold<sup>®</sup> IMT para teste de resistência dos músculos inspiratórios. **Rev Bras Fisioter**, v. 10, n.1, p. 105-112, 2006.

ALVES, G.S. et al. Breathing pattern and thoracoabdominal motion during exercise in chronic obstructive pulmonary disease. **Braz J Med Biol Res**, v. 41, p. 945-950, 2008.

ATS. AMERICAN THORACIC SOCIETY Statement: Guidelines for the Six-Minute Walk Test. **Am J Respir Crit Care Med**, v. 166, p. 111-117, 2002.

ATS/ERS. AMERICAN THORACIC SOCIETY/EUROPEAN RESPIRATORY SOCIETY. Statement on Respiratory Muscle Testing. **Am J Respir Crit Care Med**, v.166, p. 518-624, 2002.

ATS/ ACCP. AMERICAN THORACIC SOCIETY/ AMERICAN COLLEGE OF CHEST PHYSICIANS. Statement on cardiopulmonary exercise testing. **Am J Respir Crit Care Med**, v.167, p. 211-277, 2003.

ASHUTOSH, K. R.; GILBERT, J. H.; AUCHINLOSS, D. Asynchronous breathing movements in patients with COPD. **Chest**, v. 67, p. 553-557, 1975.

BARDSLEY, P.A. et al. Measurement of inspiratory muscle performance with incremental threshold loading: a comparison of two techniques. **Thorax**, v. 48, p. 354-359, 1993.

BECKERMAN, M. et al. The effects of 1 year of specific inspiratory muscle training in patients with COPD. **Chest**, v.128, p. 3177-3182, 2005.

BLACK, L.F.; HYATT, R.E. Maximal Respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. **Am Rev Respir Dis**, v.99, p. 696-702, 1969.

BORG G.A. Psychophysical bases of perceived exertion. **Med Sci Sports Exerc**, v.14, p. 377-381, 1982.

BORGHI-SILVA, A. et al. Medida da amplitude tóraco-abdominal como método de avaliação dos movimentos do tórax e abdome em indivíduos jovens saudáveis. **Fisioter Bras**, v. 7, n.1, p. 25- 29, 2006.

BRUCE, R.A; KUSUMI, F.; HOSMER, D. Maximal oxygen intake and nomographic assessment of functional aerobic impairment in cardiovascular disease. **Am Heart J**, v. 85, p. 546-562, 1973.

CELLI, B.R. Arm exercise and ventilation. **Chest**, v. 93, n. 4, p. 673, 1988.

CELLI, B.R.; RASSULO, J.; MAKE, B.J. Dyssynchronous breathing during arm but not leg exercise in patients with chronic airflow obstruction. **N Engl J Med**, v.314, p.485-490, 1986.

- 
- 
- CERNY, F.J.; UCER, C. Arm work interferes with normal ventilation. **Appl Ergonom**, v. 35, p. 411-415, 2004.
- CLARENBACH, C.F.; SENN, O.; BRACK, T.; KOHLER, M.; BLOCH, K.E. Monitoring of ventilation during exercise by a portable respiratory inductive plethysmograph. **Chest**, v. 128, p. 1282-1290, 2005.
- COSTA, D. **Fisioterapia Respiratória Básica**. São Paulo: Atheneu, 1999. 127p.
- COSTA, D. et al. Strategy for respiratory exercise pattern associated with upper limb movements in COPD patients. **Clinics**, v. 66, n. 2, p. 299-305, 2011.
- DELGADO, H.R. et al. Chest wall and abdominal motion during exercise in patients with chronic obstructive pulmonary disease. **Am. Rev Respir Dis**, v. 126, n. 2, p. 200-205, 1982.
- DOURADO, V.Z. et al. Manifestações sistêmicas na doença pulmonar obstrutiva crônica. **J Bras Pneumol**, v. 32, n. 2, p. 161-171, 2006.
- DOURADO, V.Z. et al. Effect of three exercise programs on patients with chronic obstructive pulmonary disease. **Braz J Med Biol Res**, v. 42, n.3, p. 263-271, 2009.
- EASTWOOD, P.R.; HILLMAN, D.R. A threshold loading device for testing of inspiratory muscle performance. **Eur Respir J**, v.8, p. 463-466, 1995.
- ENRIGHT, S.J. et al. Effects of high-intensity inspiratory muscle training on lung volumes, diaphragm thickness and exercise capacity in subjects who are healthy. **Phys Ther**, v.86, p. 345-354, 2006.
- FIZ, J.A. et al. Indices of respiratory muscle endurance in healthy subjects. **Respiration**, v.65, p. 21-27, 1998.
- GEDDES, E.L. et al. Inspiratory muscle training in adults with chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review. **Respir Med**, v. 99, p. 1440-1458, 2005.
- GEDDES, E.L. et al. Inspiratory muscle training in adults with chronic obstructive pulmonary disease: an update of a systematic review. **Respir Med**, p. 1-15, 2008.
- GLOBAL INITIATIVE FOR CHRONIC OBSTRUCTIVE LUNG DISEASE (GOLD) Global Strategy for Diagnosis, management, and prevention of Chronic Obstructive Pulmonary Disease. 2011, disponível em: <<http://www.goldcopd.org/guidelines-global-strategy-for-diagnosis-management.html>>. Acesso em: 12/06/2012.
- GOSSELINK, R. et al. Impact of inspiratory muscle training in patients with COPD: what is the evidence?. **Eur Respir J**, v.37, p. 416-425, 2011.
- HILL, K. et al. Comparison of incremental and constant load tests of inspiratory muscle endurance in COPD. **Eur Resp J**, v. 30, p. 479-486, 2007.

---

---

KAKIZAKI, F.P.T. et al. Preliminary report on the effects of respiratory muscle stretch gymnastics on chest wall mobility in patients with chronic obstructive pulmonary disease. **Respir Care**, v. 44, n. 4, p. 409-414, 1999.

KOVELIS, D. et al. Validação do Modified Pulmonary Function Status and Dyspnea Questionnaire e da escala do Medical Research Council para o uso em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica no Brasil. **J Bras Pneumol**, v. 34, n. 12, p. 1008-1018, 2008.

LANGER, D. et al. Guia para prática clínica: fisioterapia em pacientes com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (COPD). **Rev Bras Fisioter**, v.13, v. 3, p. 183-204, 2009.

LARSON, J.L. et al. Discontinuous incremental threshold loading test. **Chest**, v. 115, p. 60-67, 1999.

MAGADLE, R. et al. Inspiratory muscle training in pulmonary rehabilitation program in COPS patients. **Respir Med**, v. 101, p. 1500-1505, 2007.

MARTYN, J.B. et al. Measurement of inspiratory muscle performance with incremental threshold loading. *Am Rev Respir Dis*, v. 135, p. 919-923, 1987.

MAYER, O.H. et al. Respiratory inductance plethysmography in healthy 3- to 5-year-old children. **Chest**, v. 124, p. 1812-1819, 2003.

MCCONNELL, A.K.; ROMER, L.M. Respiratory muscle training in healthy humans: resolving the controversy. **Int J Sports Med**, v. 25, p. 284-293, 2004.

MCKENZIE, D.K.; BUTLER, J.E.; GANDEVIA, S.C. Respiratory muscle function and activation in chronic obstructive pulmonary disease. **J Appl Physiol**, v. 107, p. 621-629, 2009.

MINOGUCHI, H. et al. Cross-over comparison between respiratory muscle stretch gymnastics and inspiratory muscle training. **Internal Med**, v. 41, p. 805-812, 2002.

MILLER, M.R. et al. ATS/ERS Task Force: Standardisation of Lung Function Testing. **Eur Respir J**, v. 26, p. 319-338, 2005.

MONTALDO, B.C.; GLEESON, K.; ZWILLICH, C.W. The control of breathing in clinical practice. **Chest**, v. 117, p. 205-225, 2000.

NEDER, J.R., NERY, L.E. **Fisiologia Clínica do Exercício**. 1ª Edição, São Paulo, Artes Médicas, 2003. 399p.

NEDER, J.A. et al. Reference values for lung function tests. II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. **Braz J Med Biol Res**, v. 32, p. 719-727, 1999.

NEVES, L.M.T. et al. Relationship between inspiratory muscle capacity and peak exercise tolerance in patients post-myocardial infarction. **Heart Lung**, v. 41, n. 2, p. 137-145, 2012.

---

---

NICI, L. et al. American Thoracic Society/ European Respiratory society statement on pulmonary rehabilitation. **Am J Respir Crit Care Med**, v.173, p. 1390-1413, 2006.

NICKERSON, B.G.; KEENS, T.G. Measuring ventilatory muscle endurance in humans as sustainable inspiratory pressure. **J. Appl. Physiol. Respir Environ Exerc Physiol**, v. 52, n. 3, p. 768-772, 1982.

OROZCO-LEVI, M. Structure and function of the respiratory muscles in patients with COPD: impairment or adaptation? **Eur Respir J**, v.22 (supl. 46), p.41–51S, 2003.

OTTENHEIJM, C.A.C.; HEUNKS, L.M.A.; DEKHUIJZEN, P.N.R. Diaphragm muscle fiber dysfunction in chronic obstructive pulmonary disease. **Am J Respir Crit Care Med**, v. 175, p. 1233-1240, 2007.

PEREIRA, C.A.C.; RODRIGUES, S.C.; SATO, T. Novos valores de referência para espirometria forçada em brasileiros adultos de raça branca. **J Bras Pneumol**, v. 33, n. 4, p. 397-406, 2007.

PAULIN, E.; BRUNETTO, A.F.; CARVALHO, C.R.F. Efeitos de programa de exercícios físicos direcionados ao aumento da mobilidade torácica em pacientes portadores de doença pulmonar obstrutiva crônica. **J Bras Pneumol**, v. 29, n.5, p. 287- 294, 2003.

PLANO DE RANDOMIZAÇÃO. Disponível em: < <http://www.randomization.com/>>. Acessado em 28/01/2012.

PRESCOTT, E. et al. Prognostic value of weight change in chronic obstructive pulmonary disease: results from the Copenhagen City Heart Study. **Eur Respir J**, v. 20, p.539-544, 2002.

PUTT, M.T. et al. Muscle stretching technique increases vital capacity and range of motion in patients with chronic obstructive pulmonary disease. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 89, p. 1103-1107, 2008.

RAMIREZ-SARMIENTO, A. et al. Inspiratory muscle training in patients with chronic obstructive pulmonary disease. Structural adaptation and physiologic outcomes. **Am J Respir Crit Care Med**, v.166, p. 1491–1497, 2002.

SAMORA, G.A.R.; VERSIANI, L.C. Diretrizes básicas da fisiologia do exercício para avaliação da capacidade funcional. In: MACHADO, M.G.R. **Bases da fisioterapia respiratória. Terapia intensiva e reabilitação**. 1ª Edição, Rio de Janeiro, Guanabara-Koogan, 2008. 407-426p.

TROOSTERS, T. et al. Pulmonary rehabilitation in chronic obstructive pulmonary disease. **Respir Med**, v.3, p. 57-64, 2007.

VELOSO, M. et al. Metabolic and ventilatory parameters of four activities of daily living accomplished with arms in COPD patients. **Chest**, v. 124, n. 4, p. 1047-1053, 2003.

---

---

VERGES, S.; BOUTELLIER, U.; SPENGLER, C.M. Effect of respiratory muscle endurance training on respiratory sensations, respiratory control and exercise performance. A 15-year experience. **Respir Physiol Neurobiol**, v. 161, p. 16-22, 2008.

VOLIANITIS, S. et al. Inspiratory muscle training improves rowing performance. **Med Sci Sports Exerc**, v. 33, n. 5, p. 803-809, 2001.

WITT, J.D. et al. Measurement of exercise ventilation by a portable respiratory inductive plethysmograph. **Resp Phys Neurobiol**, v. 15, p.389-395, 2006.



# APÊNDICES

---

---

## TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado a participar da pesquisa “*Efeitos do treinamento muscular respiratório e da cinesioterapia respiratória na mobilidade do diafragma, tolerância ao exercício e na qualidade de vida de portadores de DPOC*”. Aluna responsável: Renata Pedrolongo Basso. Orientador: Prof. Dr. Dirceu Costa

### **Objetivos do estudo:**

Avaliar os efeitos da adição do treinamento muscular respiratório no treinamento físico geral de um grupo de pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) (GTMI) e compará-los aos efeitos de adicionar um programa de alongamentos e exercícios específicos, denominado cinesioterapia respiratória, ao treinamento físico geral de outro grupo de pacientes com DPOC (GCR).

### **Explicação do procedimento:**

Estou ciente de que o estudo constará do preenchimento de uma ficha de avaliação, contendo informações sobre a doença, fatores de risco, hábitos e vícios, do questionário sobre a qualidade de vida e do de atividade física, escala de limitações nas atividades de vida diária e da dispnéia. Os questionários serão respondidos pelos próprios pacientes em forma de entrevista direcionada.

Será realizada a avaliação da mobilidade da caixa torácica, uma avaliação postural e um teste de função pulmonar. Esse teste mede volumes e capacidades pulmonares, não é uma técnica invasiva, não traz nenhum risco à saúde, já que consiste somente em soprar um aparelho e será realizado tanto por um médico, como pelo fisioterapeuta. Além disso, em outro dia, será realizada a avaliação da força e resistência dos músculos respiratórios, que consiste também de uma técnica não invasiva, em que será necessário soprar um aparelho chamado manovacuômetro e um aparelho que gera uma resistência ao fluxo inspiratório. Em um terceiro dia será realizado um teste de caminhada de seis minutos (TC6), que consiste em um teste prático e simples, no qual se deve caminhar o mais rápido possível durante seis minutos. O teste de função pulmonar será realizado novamente antes e depois de caminhar os seis minutos. Outro dia será realizada a pletismografia de indutância, tanto no repouso, como em exercícios de membros superiores, e consiste em uma técnica não invasiva, em que o paciente deverá usar um colete, que vai medir os movimentos da caixa torácica e do abdome. Será realizado, em um quarto dia o teste ergométrico

---

---

máximo em esteira sob a responsabilidade de um médico.

Depois dessas avaliações os pacientes serão divididos em dois grupos e submetidos ao tratamento que consistirá para um dos grupos do treinamento físico geral associado ao treinamento muscular inspiratório e para o outro grupo o treinamento físico geral associado a cinesioterapia respiratória, que são alongamentos e exercícios de específicos para melhora da mobilidade do tórax. O programa de tratamento consistirá de sessões com tempo de duração de aproximadamente 1 hora ou 1 hora e 30 minutos, três vezes por semana, em dias alternados, durante 16 semanas consecutivas, totalizando 48 sessões.

Participando deste estudo, estarei contribuindo para novas descobertas sobre o tratamento da doença pulmonar obstrutiva crônica. Todas as informações obtidas neste estudo, bem como fotos e vídeos realizando o teste e o protocolo de intervenção, serão mantidas em sigilo e não poderão ser consultadas por pessoas leigas sem a minha autorização oficial. Estas informações só poderão ser utilizadas para fins estatísticos, científicos ou didáticos, desde que fique resguardada a minha privacidade.

Li e entendi as informações precedentes, bem como, eu e os responsáveis pelo projeto já discutimos todos os riscos e benefícios decorrentes deste, sendo que as dúvidas futuras que possam vir a ocorrer, poderão ser prontamente esclarecidas, bem como o acompanhamento dos resultados obtidos durante a coleta dos dados. Estou ciente também que poderei desistir de participar do projeto a qualquer momento, mediante aviso prévio ao pesquisador e sem qualquer tipo de ônus a minha pessoa.

Declaro que estou de acordo com a minha participação no estudo de livre e espontânea vontade e entendo a relevância dele. Julgo que é meu direito manter uma cópia deste consentimento.

O pesquisador me informou que o projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da UFSCar que funciona na Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa da Universidade Federal de São Carlos, localizada na Rodovia Washington Luiz, Km. 235 - Caixa Postal 676 - CEP 13.565-905 - São Carlos - SP – Brasil. Fone (16) 3351-8110. Endereço eletrônico: [cephumanos@power.ufscar.br](mailto:cephumanos@power.ufscar.br)

Estanto \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ acordo  
eu,..... portador (a) do RG nº  
....., residente à.....



---

---

.....nº ..... bairro:.....,  
na cidade de ....., telefone:....., autorizo a minha  
participação na pesquisa “*Efeitos do treinamento muscular respiratório e da cinesioterapia  
respiratória na mobilidade do diafragma, tolerância ao exercício e na qualidade de vida de  
portadores de DPOC*”

Para questões relacionadas a este estudo, contate: Dirceu Costa: fone (16) 3351-8343 ou  
e-mail: [dcosta@ufscar.com.br](mailto:dcosta@ufscar.com.br) e Renata Pedrolongo Basso: fone (16) 33513-8343 ou e-mail:  
[renata.fisio@gmail.com](mailto:renata.fisio@gmail.com).

São Carlos ..... de .....de.....

\_\_\_\_\_  
Assinatura do participante

\_\_\_\_\_  
Nome por extenso

\_\_\_\_\_  
Assinatura do pesquisador

\_\_\_\_\_  
Nome por extenso

---

---

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado a participar da pesquisa “*Avaliação da força e da resistência dos músculos inspiratórios em indivíduos saudáveis*”. Pesquisador responsável: Prof. Dr. Dirceu Costa.

**Objetivos do estudo:**

Avaliar a força e a resistência dos músculos inspiratórios em indivíduos saudáveis de diferentes faixas etárias e predizer possíveis valores de referência.

**Explicação do procedimento:**

Estou ciente de que o estudo constará do preenchimento de uma ficha de avaliação, contendo informações sobre a presença de doença, fatores de risco, hábitos e vícios e do questionário sobre a atividade física. Os questionários serão respondidos em forma de entrevista direcionada.

Será realizada a avaliação da força muscular respiratória pelo manovacuômetro e um teste de função pulmonar. Este teste mede volumes e capacidades pulmonares, não é uma técnica invasiva, não traz nenhum risco à saúde, já que consiste somente em soprar um aparelho. Além disso, em um segundo dia, será realizado o teste de resistência dos músculos respiratórios, que consiste também de uma técnica não invasiva, em que será necessário soprar um aparelho que gera uma resistência ao fluxo inspiratório.

Participando deste estudo, estarei contribuindo para novas descobertas sobre a avaliação da força e resistência dos músculos respiratórios. Todas as informações obtidas neste estudo, bem como fotos e vídeos realizando os testes, serão mantidas em sigilo e não poderão ser consultadas por pessoas leigas sem a minha autorização oficial. Estas informações só poderão ser utilizadas para fins estatísticos, científicos ou didáticos, desde que fique resguardada a minha privacidade.

Li e entendi as informações precedentes, bem como, eu e os responsáveis pelo projeto já discutimos todos os riscos e benefícios decorrentes, sendo que os procedimentos executados durante o estudo não evidenciam riscos, e os testes serão monitorizados devidamente acompanhados com medidas de Oximetria de Pulso, Ausculta Pulmonar, Frequência Cardíaca e Pressão Arterial, por fisioterapeutas especializados. Qualquer sinal ou sintoma que por ventura possa representar possíveis riscos, os testes e os procedimentos serão imediatamente interrompidos impedindo, com segurança, o surgimento de intercorrências prejudiciais a minha

saúde.

Dúvidas futuras que possam vir a ocorrer, poderão ser prontamente esclarecidas, bem como o acompanhamento dos resultados obtidos durante a coleta dos dados. Estou ciente também que poderei desistir de participar do projeto a qualquer momento, mediante aviso prévio ao pesquisador e sem qualquer tipo de ônus a minha pessoa.

Declaro que estou de acordo com a minha participação no estudo de livre e espontânea vontade e entendo a relevância dele. E que é meu direito manter uma cópia deste consentimento.

O pesquisador me informou que o projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da UFSCar que funciona na Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa da Universidade Federal de São Carlos, localizada na Rodovia Washington Luiz, Km. 235 - Caixa Postal 676 - CEP 13.565-905 - São Carlos - SP – Brasil. Fone (16) 3351-8110. Endereço eletrônico: [cephumanos@power.ufscar.br](mailto:cephumanos@power.ufscar.br)

Eu,..... portador (a) do RG nº  
 ....., residente à.....  
 .....nº ..... bairro:.....,  
 na cidade de ....., telefone:....., autorizo a minha  
 participação na pesquisa “*Avaliação da força e da resistência dos músculos inspiratórios em indivíduos saudáveis*”

Para questões relacionadas a este estudo, contate: Dirceu Costa: fone (16) 3351-8343 ou e-mail: [dcosta@ufscar.com.br](mailto:dcosta@ufscar.com.br). Endereço: Rodovia Washington Luiz, Km 235. Universidade Federal de São Carlos- Laboratório de Espirometria e Fisioterapia Respiratória.

São Carlos ..... de .....de.....

\_\_\_\_\_  
 Assinatura do participante

\_\_\_\_\_  
 Nome por extenso

\_\_\_\_\_  
 Assinatura do pesquisador

\_\_\_\_\_  
 Nome por extenso



**ANEXOS**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA  
Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos  
Via Washington Luís, km. 235 - Caixa Postal 676  
Fones: (016) 3351.8109 / 3351.8110  
Fax: (016) 3361.3176  
CEP 13560-970 - São Carlos - SP - Brasil  
[propp@power.ufscar.br](mailto:propp@power.ufscar.br) - <http://www.propp.ufscar.br/>

## CAAE 0197.0.135.000-09

**Título do Projeto:** Efeitos do treinamento muscular respiratório e da cinesioterapia respiratória na mobilidade do diafragma, tolerância ao exercício físico e na qualidade de vida de portadores de DPOC

**Classificação:** Grupo III

**Procedência:** Departamento de Fisioterapia

**Pesquisadores (as):** Renata Pedrolongo Basso, Dirceu Costa (orientador)

**Processo nº.:** 23112.005222/2009-11

### Parecer Nº. 141/2010

#### 1. Normas a serem seguidas

- O sujeito da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado (Res. CNS 196/96 – Item IV.1.f) e deve receber uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, na íntegra, por ele assinado (Item IV.2.d).
- O pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado e descontinuar o estudo somente após análise das razões da descontinuidade pelo CEP que o aprovou (Res. CNS Item III.3.z), aguardando seu parecer, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao sujeito participante ou quando constatar a superioridade de regime oferecido a um dos grupos da pesquisa (Item V.3) que requeiram ação imediata.
- O CEP deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (Res. CNS Item V.4). É papel do pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e enviar notificação ao CEP e à Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA – junto com seu posicionamento.
- Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. Em caso de projetos do Grupo I ou II apresentados anteriormente à ANVISA, o pesquisador ou patrocinador deve enviá-las também à mesma, junto com o parecer aprobatório do CEP, para serem juntadas ao protocolo inicial (Res. 251/97, item III.2.e).
- Relatórios parciais e final devem ser apresentados ao CEP, inicialmente em \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ e ao término do estudo.

#### 2. Avaliação do projeto

O Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Federal de São Carlos (CEP/UFSCar) analisou o projeto de pesquisa acima identificado e considerando os pareceres do relator e do revisor DELIBEROU:

As pendências apontadas no Parecer nº. 050/2010, de 18/03/2010, foram satisfatoriamente resolvidas.

O projeto atende as exigências contidas na Resolução 196/96, do Conselho Nacional de Saúde.

#### 3. Conclusão:

Projeto aprovado

São Carlos, 6 de maio de 2010.

Profa. Dra. Cristina Paiva de Sousa  
Coordenadora do CEP/UFSCar

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA EM SERES HUMANOS  
Via Washington Luiz, Km. 235 - Caixa Postal 676  
CEP 13.565-905 - São Carlos - SP - Brasil  
Fones: (016) 3351-8028 Fax (016) 3351-8025 Telex 162369 - SCUF - BR  
[cephumanos@power.ufscar.br](mailto:cephumanos@power.ufscar.br) <http://www.propq.ufscar.br>

**Parecer Nº. 296/2011**

**Título do projeto:** Avaliação da força e da resistência dos músculos inspiratórios em indivíduos saudáveis

**Área de conhecimento:** 4.00 - Ciências da Saúde / 4.08 - Fisioterapia e Terapia Ocupacional

**Pesquisador Responsável:** DIRCEU COSTA

**Orientador:** DIRCEU COSTA

**Colaborador(es):** RENATA PEDROLONGO BASSO; JULIE YELEN CONSTANTINO E SANTOS

**CAAE:** 0085.0.135.000-11

**Processo número:** 23112.001235/2011-01

**Grupo:** III

**Análise da Folha de Rosto**

A folha de rosto esta devidamente preenchida e assinada

**Descrição sucinta dos objetivos e justificativas**

Avaliar a força e a resistência dos músculos inspiratórios em indivíduos saudáveis de diferentes faixas etárias e prever possíveis valores de referência.

**Metodologia aplicada**

Consiste em um experimento transversal, em que serão avaliados 80 indivíduos saudáveis na faixa etária dos 18 aos 70 anos, de ambos os sexos. A avaliação constituirá da aplicação de uma ficha de anamnese e do Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ)- versão curta, além da mensuração peso, altura, da ventilação voluntária máxima e das medidas das pressões inspiratória e expiratória máximas (PImax e PEmax). Em um outro dia será realizado teste de resistência dos músculos inspiratórios com o PowerBreathe®, que consiste de um teste incremental e um teste constante. O teste incremental iniciará com a pressão de 10cmH<sub>2</sub>O com aumento de 10cmH<sub>2</sub>O a cada dois minutos com um minuto de repouso entre as medidas, a fim de determinar a Pressão sustentada máxima (PSM). O teste constante será realizado a 80% da PSM a fim de determinar o tempo limite (tlim).

**Identificação de riscos e benefícios**

O pesquisador ressalta que os procedimentos de pesquisa não são invasivos. O TCLE deixa claro que o paciente poderá deixar a pesquisa caso sinta desconforto.

**Forma de recrutamento**

Os indivíduos serão recrutados da comunidade por meio de divulgação e convite.

**Cronograma**

De abril a dezembro de 2011.

Abril e maio - envio do projeto ao comitê de ética.

Junho a novembro - coleta dos dados

Novembro e dezembro - organização e tratamento estatístico dos dados

Dezembro - finalização do projeto e elaboração do artigo.

**Orçamento financeiro detalhado**

Todos os gastos referentes ao desenvolvimento deste estudo serão de responsabilidade dos pesquisadores envolvidos na pesquisa.

**Adequação do TCLE**

O TCLE esta claro, objetivo e, portanto adequado.

**Conclusão**

O projeto atende a Resolução 196/96. **Aprovado.**

**Normas a serem seguidas**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA EM SERES HUMANOS


Via Washington Luiz, Km. 235 - Caixa Postal 676

CEP 13.565-905 - São Carlos - SP - Brasil

Fones: (016) 3351-8028 Fax (016) 3351-8025 Telex 162369 - SCUF - BR

[cephumanos@power.ufscar.br](mailto:cephumanos@power.ufscar.br)<http://www.propq.ufscar.br>

- O sujeito da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado (Res. CNS 196/96 – Item IV.1.f) e deve receber uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, na íntegra, por ele assinado (Item IV.2.d).
  - O sujeito de pesquisa ou seu representante, quando for o caso, deverá rubricar todas as folhas do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE– apondo sua assinatura na última página do referido Termo.
  - O pesquisador responsável deverá da mesma forma, rubricar todas as folhas do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE– apondo sua assinatura na última página do referido Termo.
  - O pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado e descontinuar o estudo somente após análise das razões da descontinuidade pelo CEP que o aprovou (Res. CNS Item III.3.z), aguardando seu parecer, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao sujeito participante ou quando constatar a superioridade de regime oferecido a um dos grupos da pesquisa (Item V.3) que requeiram ação imediata.
  - O CEP deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (Res. CNS Item V.4). É papel do pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e enviar notificação ao CEP e à Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA – junto com seu posicionamento.
  - Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. Em caso de projetos do Grupo I ou II apresentados anteriormente à ANVISA, o pesquisador ou patrocinador deve enviá-las também à mesma, junto com o parecer aprobatório do CEP, para serem juntadas ao protocolo inicial (Res. 251/97, item III.2.e).
  - Relatórios parciais e final devem ser apresentados ao CEP, inicialmente dentro de 1 (um) ano a partir desta dada e ao término do estudo.
- São Carlos, 26 de maio de 2011.



Prof. Dr. Daniel Vendruscolo  
Coordenador do CEP/UFSCar

---

---

**Carta de submissão do Estudo I ao periódico Jornal Brasileiro de Pneumologia.**

Jornal Brasileiro de Pneumologia

Secretaria do Jornal Brasileiro de Pneumologia  
SEPS 714/914 - Bloco E - Sala 220/223  
Asa Sul - Brasília/DF - 70390-145

Fone/Fax: 0800 61 6218, email: [jneumo@jornaldepneumologia.com.br](mailto:jneumo@jornaldepneumologia.com.br)

Brasília, terça-feira, 11 de dezembro de 2012

Ilmo(a) Sr.(a)  
Prof(a), Dr(a) Renata Pedrolongo Basso

Referente ao código de fluxo: 3668  
Classificação: Artigo Original

Informamos que recebemos o manuscrito "Endurance dos músculos inspiratórios de indivíduos com DPOC e saudáveis - uma proposta de avaliação com o manovacuômetro e o PowerBreathe®" será enviado para apreciação dos revisores para possível publicação/participação na(o) Jornal Brasileiro de Pneumologia.

Por favor, para qualquer comunicação futura sobre o referido manuscrito cite o código de fluxo apresentado acima.

Obrigado por submeter seu trabalho ao Jornal Brasileiro de Pneumologia.

Atenciosamente,

Dr. Carlos Roberto Ribeiro de Carvalho  
Editor

««« Favor não responder esta mensagem, pois ela foi gerada automaticamente pelo SGP »»»



---

---

**Carta de submissão do Estudo II ao periódico Revista Brasileira de Fisioterapia.**

Dear Ms. Basso:

Your manuscript entitled "What are the differences between inspiratory muscle training and respiratory exercises both associated with the physical training in patients with COPD?" has been successfully submitted online and is presently being given full consideration for publication in the Revista Brasileira de Fisioterapia.

Your manuscript ID is RBFIS-2012-0008.

Please mention the above manuscript ID in all future correspondence or when calling the office for questions. If there are any changes in your street address or e-mail address, please log in to ScholarOne Manuscripts at <http://mc04.manuscriptcentral.com/rbfis-scielo> and edit your user information as appropriate.

You can also view the status of your manuscript at any time by checking your Author Center after logging in to <http://mc04.manuscriptcentral.com/rbfis-scielo>.

Thank you for submitting your manuscript to the Revista Brasileira de Fisioterapia.

Sincerely,

Revista Brasileira de Fisioterapia Editorial Office  
Revista Brasileira de Fisioterapia/  
Brazilian Journal of Physical Therapy  
<http://submission.scielo.br/index.php/rbfis>

---



---

**Valores do PowerBreathe®**

Model	Load (-cmH2O)								
	Level	Level	Level	Level	Level	Level	Level	Level	Level
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Wellness	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Fitness	10	30	50	70	90	110	130	150	170
Sports Performance	10	40	70	100	130	160	190	220	250

**Wellness – verde.**

**Fitness – azul.**

**Sports Performance – vermelho.**