

Ariane Fadul de Carvalho Reis

**EFEITOS DA PRESSÃO POSITIVA EXPIRATÓRIA SOBRE A TOLERÂNCIA AO  
EXERCÍCIO E A HIPERINSUFLAÇÃO DINÂMICA EM PACIENTES COM DOENÇA  
PULMONAR OBSTRUTIVA CRÔNICA**

Belo Horizonte  
Universidade Federal de Minas Gerais  
2009

Ariane Fadul de Carvalho Reis

**EFEITOS DA PRESSÃO POSITIVA EXPIRATÓRIA SOBRE A TOLERÂNCIA AO  
EXERCÍCIO E NA HIPERINSUFLAÇÃO DINÂMICA EM INDIVÍDUOS COM  
DOENÇA PULMONAR OBSTRUTIVA CRÔNICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação, em Ciências da Reabilitação, nível Mestrado, da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências da Reabilitação.

**Área de concentração:** Desempenho Funcional Humano.

**Orientadora:** Profa. Dra. Raquel Rodrigues Britto

**Co-orientadora:** Profa. Dra. Verônica Franco Parreira

Belo Horizonte  
Universidade Federal de Minas Gerais  
2009

R375e Reis, Ariane Fadul de Carvalho  
2009 Efeitos da pressão positiva expiratória sobre tolerância ao exercício e a hiperinsuflação dinâmica em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica. [manuscrito] / Ariane Fadul de Carvalho Reis. – 2009.  
110 f., enc.: il

Orientadora: Profa. Dra. Raquel Rodrigues Britto  
Co-Orientador: Prof. Dra. Verônica Franco Parreira

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional.  
Bibliografia: f. 58-66

1. Doença pulmonar obstrutiva crônica - Teses. 2. Pulmões Doenças obstrutivas – Teses. 3. Tratamento respiratório - Teses. 4. Tolerância ao exercício - Teses. I. Britto, Raquel Rodrigues. II. Parreira, Verônica Franco. III. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. IV. Título.

CDU: 616.24

**Ficha catalográfica elaborada pela equipe de bibliotecários da Biblioteca da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais.**

Dedico este trabalho às duas  
maiores presenças de amor e luz  
em minha vida: meu marido,  
José Roberto...  
e nossa filha,  
Paula...

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais, Cícero e Marisa, por todo apoio ao longo desta caminhada. Meu pai, pelo constante incentivo, e minha mãe, pela fortaleza que é, exemplo de garra e determinação.

Aos meus irmãos, pelo exemplo de persistência e dedicação, em especial à minha irmã Rubia, por estar sempre ao meu lado.

Ao meu marido, José Roberto, que tanto contribuiu para a concretização deste projeto, me dando tranquilidade, força e estímulo nos momentos mais difíceis. Pela sempre infinita paciência, compreensão, companheirismo, carinho e bom humor que o fazem tão especial em minha vida e tão indispensável em minhas conquistas.

À minha orientadora, Professora Raquel Rodrigues Britto, por ter me ensinado, com tanta paciência, dedicação e sabedoria, o difícil caminho da pesquisa científica, que tanto contribuiu para o meu crescimento profissional e fez de mim uma pessoa mais forte e madura. Minha sincera gratidão e admiração!

À Professora Verônica Franco Parreira, pelo constante estímulo ao desenvolvimento científico e apoio amigo desde a graduação. Meu respeito e admiração eternos!

À Professora Tereza Cristina Silva Brant, por ter aberto as portas do conhecimento e proporcionado a oportunidade de ingressar na pesquisa científica.

Aos queridos voluntários desta pesquisa, que confiaram e aceitaram em participar com tão boa vontade e paciência dese estudo, contribuindo de forma tão valiosa.

À equipe do Serviço Especial de Diagnóstico e Tratamento de Pneumologia e Cirurgia Torácica do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), em especial a Dra. Cláudia Botelho pela imensa disposição em colaborar e permitir o recrutamento dos voluntários para esta pesquisa.

Às professoras Isabela Sclausser, Cristiane Coelho, Roberta Berbert Lopes, Jocimar Avelar Martins e Dr. Marco Antônio Soares Reis pela importante contribuição na seleção dos pacientes.

À Dra. Denise Granata Nogueira de Sousa, grande amiga e colaboradora desta pesquisa que, juntamente com o Dr. Eduardo Luís Guimarães Machado, auxiliou com tão boa vontade e dedicação na execução dos testes ergométricos.

À querida Danielle Soares, pelo companheirismo e fundamental contribuição no desenvolvimento e execução deste estudo.

Ao Filipe Athayde, pela imprescindível colaboração em todos as etapas deste estudo e Mariana Coutinho, pelo carinho e disposição em cooperar nas coletas.

Aos bolsistas e voluntários do Laboratório de Avaliação e Pesquisa em Desempenho Cardiorrespiratório, em especial Natália Rezende, Susan Martins e Dirceu Pereira.

À Professora Lidiane Aparecida Pereira de Sousa, querida amiga, que com tanta generosidade me auxiliou diversas vezes durante todo o período de estudo, não somente com todo seu rigor e conhecimento científico, mas também com sua amizade e carinho.

Aos colegas do mestrado e doutorado, em especial Daniela Melilo, Camila Zampa, Danielle Gomes, Danielle França, Dayane Montemezzo, Karoline Simões, Trícia Guerra, Lidiane Oliveira e Regina Márcia pela amizade, companheirismo e contribuições científica e operacional para a realização deste estudo.

Aos meus sogros, Paulo e Ana Helena, pelo carinho e torcida de sempre!

Marilane Soares, secretária do colegiado de Pós-Graduação, pelo carinho e todo suporte logístico.

A Deus e a espiritualidade por estarem sempre presentes no meu caminho, auxiliando-me na concretização dos meus sonhos!

A todos os meus amigos, colegas, professores e funcionários que ajudaram de alguma forma na realização deste estudo.

Meu reconhecimento e gratidão a todos vocês serão eternos!

## SUMÁRIO

	Página
<b>Capítulo 1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>16</b>
<b>1.1 Revisão da literatura.....</b>	<b>18</b>
<b>1.1.1 Diagnóstico.....</b>	<b>18</b>
<b>1.1.2 Fisiopatologia, consequências sistêmicas e funcionais da DPOC....</b>	<b>19</b>
<b>1.1.3 A hiperinsuflação dinâmica, efeitos e formas de mensuração.....</b>	<b>21</b>
<b>1.1.4 Principais abordagens terapêuticas utilizadas atualmente para melhorar a tolerância ao exercício.....</b>	<b>24</b>
1.1.4.1 Broncodilatadores.....	25
1.1.4.2 Heliox.....	26
1.1.4.3 Oxigênio suplementar.....	27
<b>1.1.5 Pressão positiva expiratória – Fisiologia, técnicas e recursos.....</b>	<b>27</b>
<b>1.2 Justificativa do estudo.....</b>	<b>33</b>
<b>1.2.1 Objetivos do estudo.....</b>	<b>34</b>
<b>1.3 Hipóteses do estudo.....</b>	<b>34</b>
<b>Capítulo 2 MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>35</b>
<b>2.1 Tipo de estudo.....</b>	<b>35</b>
<b>2.2 Local de realização.....</b>	<b>35</b>
<b>2.3 Amostra.....</b>	<b>35</b>
<b>2.3.1 Seleção.....</b>	<b>35</b>
<b>2.3.2 Critérios de inclusão.....</b>	<b>35</b>
<b>2.3.3 Critérios de exclusão.....</b>	<b>36</b>
<b>2.3.4 Aspectos éticos.....</b>	<b>37</b>



<b>2.3.5 Instrumentos de medida.....</b>	<b>37</b>
<b>2.3.5.1 Balança.....</b>	<b>37</b>
<b>2.3.5.2 Espirômetro.....</b>	<b>37</b>
<b>2.3.5.3 Cicloergômetro.....</b>	<b>40</b>
<b>2.3.5.4 Eletrocardiógrafo.....</b>	<b>40</b>
<b>2.3.5.5 Oximetria de pulso.....</b>	<b>40</b>
<b>2.3.5.6 Estetoscópio e esfigmomanômetro.....</b>	<b>41</b>
<b>2.3.5.7 Cronômetro.....</b>	<b>41</b>
<b>2.3.5.8 Escala de Borg modificada.....</b>	<b>41</b>
<b>2.3.5.9 Perfil de Atividade Humana (PAH) .....</b>	<b>42</b>
<b>2.3.5.10 EPAP (aparelho de pressão positiva expiratória).....</b>	<b>43</b>
<b>2.4 Variáveis do estudo.....</b>	<b>45</b>
<b>2.4.1 Para a caracterização e seleção da amostra.....</b>	<b>45</b>
<b>2.4.2 Para a avaliação das respostas cardiorrespiratórias, de tolerância ao exercício e da hiperinsuflação dinâmica.....</b>	<b>46</b>
<b>2.4.2.1 Variáveis primárias.....</b>	<b>46</b>
<b>2.4.2.2 Variáveis secundárias.....</b>	<b>46</b>
<b>2.5 Protocolo experimental.....</b>	<b>47</b>
<b>2.5.1 Teste incremental máximo (Dia 1) .....</b>	<b>49</b>
<b>2.5.2 Intervenção com EPAP- Dia 2 ou 3.....</b>	<b>51</b>
<b>2.5.3 Controle com placebo - Dia 2 ou 3.....</b>	<b>55</b>
<b>2.6 Cálculo amostral.....</b>	<b>56</b>
<b>2.7 Análise estatística.....</b>	<b>57</b>
<b>Capítulo 3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>58</b>
<b>Capítulo 4 EFEITOS DA PRESSÃO EXPIRATÓRIA POSITIVA SOBRE A TOLERÂNCIA AO EXERCÍCIO E A HIPERINSUFLAÇÃO DINÂMICA EM</b>	

<b>PACIENTES COM DOENÇA PULMONAR OBSTRUTIVA CRÔNICA.....</b>	<b>67</b>
<b>Capítulo 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>90</b>
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>91</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>101</b>

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AR	Ausculta Respiratória
ATS/ACCP	American Thoracic Society / American College Of Chest Physicians
AVD	Atividades da Vida Diária
CATR	Ciclo Ativo das Técnicas Respiratórias
CI	Capacidade Inspiratória
CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono
CPAP	Pressão Positiva Contínua nas Vias Aéreas
CPT	Capacidade Pulmonar Total
CRF	Capacidade Residual Funcional
CVF	Capacidade Vital Forçada
DPOC	Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica
EAA	Escore Ajustado de Atividade
EMA	Escore Máximo de Atividade
EPAP	<i>Expiratory Positive Airway Pressure</i>
FC	Frequência Cardíaca
FR	Frequência Respiratória
GOLD	<i>Global Strategy for the Diagnosis, Management, and Prevention of Chronic Obstructive Pulmonary Disease</i>
HC	Hospital das Clínicas
HD	Hiperinsuflação Dinâmica
IMC	Índice de Massa Corporal
MMII	Membros Inferiores
O <sub>2</sub>	Oxigênio
PA	Pressão Arterial
PAD	Pressão Arterial Diastólica
PAH	Perfil de Atividade Humana
PAS	Pressão Arterial Sistólica
PEEP	Pressão Positiva Expiratória Final
PEP	<i>Positive Expiratory Pressure</i>
PRP	Programas de Reabilitação Pulmonar
rpm	Rotações por minuto
SaO <sub>2</sub>	Saturação da hemoglobina em oxigênio no sangue arterial

SpO <sub>2</sub>	Saturação periférica da hemoglobina em oxigênio
SPSS	<i>Statistical Package for Social Sciences</i>
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TC6	Teste de Caminhada de 6 minutos
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
VC	Volume Corrente
VCO <sub>2</sub>	Produção de Dióxido de Carbono
VD/VT	Espaço morto fisiológico
VE	Ventilação Minuto
VEF <sub>1</sub>	Volume expiratório forçado no primeiro segundo
VEF <sub>1</sub> /CVF	Índice de <i>Tiffeneau</i>
VNI	Ventilação Não Invasiva
VO <sub>2</sub>	Consumo de Oxigênio
V/Q	Ventilação/Perfusão
VRI	Volume de Reserva Inspiratório
VC	Volume Corrente
VPEF	Volume Pulmonar Expiratório Final

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 -	A: Sistema metabólico automático de análise de gases <i>Medical Graphics@CPX Ultima, Miami, FL, USA</i> ); B: Registro de uma manobra da CI.....	38
FIGURA 2 -	Alguns componentes do sistema de análise de gases. A: Máscara facial; B: Transdutor de fluxo; C: Linha de amostragem com <i>clip</i> umbilical.....	38
FIGURA 3 -	Exemplo de uma tela de calibração bem sucedida do pneumotacógrafo.....	39
FIGURA 4 -	Equipamentos utilizados para monitorização dos participantes durante os testes de exercício. A: Oxímetro de pulso, esfigmomanômetro e estetoscópio; B: Cronômetro; C: Eletrocardiógrafo.....	42
FIGURA 5 -	Foto ilustrativa da EPAP. A: Aparelho montado com a máscara; B: Componentes do aparelho.....	44
FIGURA 6 -	A: Foto ilustrativa das válvulas <i>spring-load</i> . A da esquerda Mostra a válvula com mola (apontada pela seta); a da direita mostra a válvula sem a mola. B: Outra visão da válvula sem mola (placebo).....	48
FIGURA 7 -	Fluxograma destacando os procedimentos do protocolo experimental.....	49
FIGURA 8 -	Fluxograma destacando os procedimentos realizados no Dia 1.....	51
FIGURA 9 -	Tela ilustrativa de uma manobra da CI. CRF: capacidade residual funcional; CI: capacidade inspiratória.....	53
FIGURA 10 -	Ilustração do correto posicionamento do paciente durante a realização da intervenção.....	54
FIGURA 11 -	Fluxograma destacando os procedimentos realizados nos dois últimos dias de coleta.....	56

## RESUMO

A EPAP (do inglês *expiratory positive airway pressure*) tem sido utilizada como terapia auxiliar em diversas doenças respiratórias para contribuir na remoção de secreção e aumentar a ventilação alveolar. Considerando essa última função, hipotetizou-se que a utilização da EPAP, anteriormente a execução de uma atividade física, poderia melhorar a hiperinsuflação dinâmica (HD) e otimizar a função ventilatória de pacientes com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) contribuindo para o aumento da intensidade e/ou duração do exercício. Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos imediatos do uso prévio da EPAP na tolerância ao exercício e na HD em indivíduos com DPOC, especificamente sobre os parâmetros: tempo de exercício, capacidade inspiratória (CI), dispnéia, cansaço de membros inferiores (MMII) e saturação periférica da hemoglobina em oxigênio (SpO<sub>2</sub>). Foi realizado um estudo transversal, no qual participaram 12 pacientes com diagnóstico de DPOC moderado a muito grave, segundo os critérios da *Global Strategy for the Diagnosis, Management, and Prevention of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*. Inicialmente, os voluntários foram submetidos a um teste incremental máximo em bicicleta ergométrica para determinar a carga alvo a ser utilizada no teste de carga constante, obtida a partir de 75% da carga máxima alcançada. Esse teste foi realizado após o uso aleatório de EPAP com 5 cmH<sub>2</sub>O ou placebo durante 15 minutos com o objetivo de identificar o tempo máximo de exercício realizado por cada paciente. Para avaliar a hiperinsuflação foram feitas medidas de CI na condição basal, (antes do uso de EPAP ou placebo), antes do exercício (após o uso de EPAP ou placebo), após o exercício e após 2 minutos de recuperação do mesmo. As outras variáveis foram avaliadas nesses mesmos períodos. A HD foi avaliada, além dos momentos anteriores, a cada 2 minutos

durante o exercício. A distribuição normal dos dados foi confirmada pelo método Kolmogorov Smirnov. Para avaliação da CI antes e após o uso de EPAP e da diferença do tempo de exercício após o uso de EPAP ou placebo foi utilizado o teste t pareado de Student. Para análise das variáveis foi utilizada ANOVA mista com medidas repetidas, considerando como fatores a intervenção (EPAP x placebo) e os diferentes momentos, seguida do teste de diferença mínima significativa (ou do inglês *Least Significance Difference*, LSD). Em todos os testes considerou-se como significativo  $p < 0,05$ . Como esperado, houve aumento no tempo médio de exercício (40,82%) após uso de EPAP de 321,25 (407,85) segundos ( $p = 0,020$ ) em relação ao tempo após o uso de placebo. Com o uso de placebo ocorreu uma redução significativa da CI comparando as situações antes e após o exercício ( $p = 0,02$ ) o que não foi observado com o uso de EPAP ( $p = 0,31$ ), no entanto sem diferença significativa na comparação entre os grupos. Não foram observadas diferenças nas demais variáveis: Borg tanto para dispnéia quanto para MMII e  $SpO_2$ . Estes resultados indicam que o uso de EPAP imediatamente antes do exercício pode contribuir para o aumento da tolerância ao esforço e o controle da HD.

## ABSTRACT

The EPAP (*Expiratory Positive Airway Pressure*) has been used as an auxiliary therapy in various respiratory illness in order to contribute for secretion removal and increase alveolar ventilation. Considering this latter function, we have come up with a hypothesis that the use of EPAP, before a physical activity, could improve the dynamic hyperinflation (DH) and optimize the ventilatory function of patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD) contributing to the increase of the intensity and/or duration of the exercise. Therefore, the purpose of this study was to evaluate the immediate effects of the previous use of EPAP in exercise tolerance and in DH in individuals with COPD, specifically concerning the parameters: time of exercise, inspiratory capacity (IC), dyspnea, lower limb fatigue (LLF) and peripheral arterial oxygen saturation of hemoglobin (SpO<sub>2</sub>). A transversal study was performed, enrolling 12 patients with the diagnosis of moderate to very severe COPD, according to the *Global Strategy for the Diagnosis, Management, and Prevention of Chronic Obstructive Pulmonary Disease* criteria. Initially, volunteers were submitted to a maximum incremental cycle ergometer test to determine the target workload to be used in the constant-load test, obtained from 75% of the maximal load reached. This test was performed after the random use of EPAP with 5 cmH<sub>2</sub>O or placebo during 15 minutes with the purpose of identifying the maximum exercise time. In order to evaluate the hyperinflation, basal IC measurements were taken (before the use of EPAP or placebo), after the exercise and 2 minutes after recovery. The other variables were evaluated during these same periods. The DH was evaluated, besides the previous moments, every 2 minutes during the exercise. The normal distribution of the data was confirmed by the Kolmogorov Smirnov method. For the evaluation of the IC before and after the use of EPAP and the



exercise time difference after the use of EPAP or placebo Student's paired t test was used. For analysis of the variables mixed ANOVA with repeated measures was carried out, considering factors such as intervention (EPAP x placebo) and the different moments, followed by the Least Significance Difference (LSD) test. In all tests,  $p < 0.05$  was considered significant. As expected, there was an increase in the average exercise time (40.82%) after use of EPAP from 321.25 (407.85) seconds ( $p = 0.020$ ) in relation to the time after the use of placebo. With the use of placebo there was a significant decrease of the IC comparing the situation before and after the exercise ( $p = 0.002$ ) which was not observed with the use of EPAP ( $p = 0.31$ ), although without significant difference comparing the groups. Differences in the other variables were not observed: Borg as for dyspnea as for LLF and  $SpO_2$ . These results show that the use of EPAP immediately before the exercise may contribute to the increase of tolerance to the exertion and control of the DH.

## Capítulo 1 INTRODUÇÃO

A doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) é um grave problema de saúde pública em diversos países do mundo. Os dados preliminares do Estudo PLATINO (Projeto Latino-Americano de Investigação em Obstrução Pulmonar), realizado pela Associação Latino Americana de Tórax (ALAT) na cidade de São Paulo, indicam que a prevalência da DPOC na população com idade maior ou igual a 40 anos varia entre 6% e 15,8%, o equivalente a 2.800.000 a 6.900.000 indivíduos acometidos pela doença<sup>1</sup>. Em 2003, a DPOC foi a quinta maior causa de internação no sistema público de saúde do país com um gasto aproximado de 72 milhões de reais<sup>2</sup>. Segundo estimativas do Banco Mundial da Organização Mundial de Saúde, caso medidas de prevenção e controle da doença não sejam tomadas, no ano de 2020 a DPOC será a quinta condição com maior impacto para a sociedade mundial<sup>3</sup>.

A DPOC, doença em que há prevenção e tratamento, tem como principal característica a presença de uma limitação crônica do fluxo aéreo expiratório que não é totalmente reversível. Geralmente é uma afecção progressiva e associada a uma resposta inflamatória anormal dos pulmões à inalação de partículas ou gases tóxicos, causada principalmente pelo tabagismo<sup>2,4,5</sup>. Esta é uma definição atual para a DPOC estabelecida pela *Global Strategy for the Diagnosis, Management, and Prevention of Chronic Obstructive Pulmonary Disease* (GOLD) e recentemente adotada pela *American Thoracic Society* (ATS) bem como pela *European Respiratory Society* (ERS). Nesta definição, os termos Enfisema Pulmonar e Bronquite Crônica não estão presentes. Essas duas doenças, associadas à bronquiolite, caracterizam a DPOC<sup>6</sup>.

A inflamação das vias aéreas e a disfunção do transporte mucociliar, característicos da doença, ocasionam acúmulo de secreções que provoca tosse crônica e produtiva nos pacientes com DPOC<sup>4</sup>. Geralmente, a lesão pulmonar é heterogênea e cursa com a disfunção das vias aéreas centrais e periféricas, do parênquima pulmonar, bem como de seu leito capilar<sup>6</sup>. Além da resposta inflamatória típica nos pulmões, diferentes mecanismos patológicos produzem alterações fisiológicas pulmonares e sistêmicas que contribuem para a limitação ao esforço, uma das manifestações mais preocupantes da DPOC<sup>7</sup>. A hiperinsuflação dinâmica (HD), os distúrbios na hematose, a hipertensão pulmonar, as anormalidades nutricionais, a perda de peso e a disfunção muscular periférica são as principais modificações patofisiológicas<sup>2,6,8,9</sup>. Portanto, devido à conjunção desses fatores, esses indivíduos comumente se queixam de intolerância ao exercício, dispnéia e redução na qualidade de vida<sup>10</sup>.

Os programas de reabilitação pulmonar (PRP) para pacientes com DPOC em todos os estágios da doença são essenciais para controlar e aliviar os sintomas bem como otimizar a capacidade funcional<sup>3,7,8,11,12,13,14,15</sup>. Tais programas, de caráter multidisciplinar, incluem treinamento físico, educação sobre a doença, intervenção psicossocial, terapia nutricional e promoção da adesão dos participantes, a longo prazo, às recomendações propostas. Existem fortes evidências na literatura de que esses PRP melhoram significativamente a tolerância ao exercício, reduzem potencialmente a dispnéia e aumentam a participação física e emocional em atividades da vida diária (AVD), promovendo impacto positivo na qualidade de vida desses pacientes<sup>3,7,8,11,12,13,14,15</sup>. O treinamento físico é o componente principal dos PRP, pois, dentre outros benefícios, promove diminuição da produção de ácido láctico muscular e retardo da fadiga muscular com conseqüente melhora do relato de

cansaço em membros inferiores (MMII) e da dispnéia, aumentando a tolerância ao exercício<sup>3,8,5,11,12</sup>.

Nesse sentido, várias estratégias intervencionistas tem sido propostas e desenvolvidas para reduzir a HD e otimizar a função ventilatória destes pacientes, especialmente durante a realização de atividades físicas, de modo que permita a sua realização com maiores intensidades e por um período de tempo longo o suficiente que leve a um treinamento significativamente efetivo. Dentre as abordagens propostas, a utilização de uma pressão positiva exclusivamente durante a fase expiratória da respiração, especificamente de um recurso simples como a EPAP (do inglês *expiratory positive airway pressure*), em um momento anterior a execução de uma atividade física ainda não foi investigada com a intenção de aumentar a tolerância ao exercício.

## **1.1 Revisão da literatura**

### **1.1.1 Diagnóstico**

O diagnóstico da DPOC deve ser considerado em qualquer paciente que apresente os sintomas de tosse, produção de escarro ou dispnéia além de uma história de exposição a fatores de risco para a doença<sup>6</sup>. Como a destruição estrutural dos pulmões ocasiona uma diminuição do volume expiratório forçado no primeiro segundo ( $VEF_1$ ) e da capacidade vital forçada (CVF)<sup>16</sup>, o diagnóstico da DPOC é confirmado pela obtenção de um valor inferior a 70% no Índice de *Tiffeneau* ( $VEF_1/CVF$ ) após uso de broncodilatador em exame espirométrico<sup>2,5,6</sup>. Já o estadiamento da doença é classificado em leve, moderado, grave e muito grave de acordo com o valor encontrado de  $VEF_1$  pós broncodilatador<sup>5</sup>.

### 1.1.2 Fisiopatologia, consequências sistêmicas e funcionais da DPOC

A DPOC é uma doença poligênica e um exemplo clássico de interação entre fatores genéticos e ambientais. O fator genético comprovado cientificamente envolvido na gênese da doença é a deficiência hereditária da alfa-1 anti-tripsina. O fator ambiental é a inalação de diferentes tipos de partículas ao longo da vida, sendo a exposição à fumaça do cigarro o principal fator de risco. A idade de início do vício, o total de anos/maço e a persistência do hábito são preditivos de mortalidade pra DPOC, porém, nem todos os fumantes desenvolvem clinicamente a doença, o que sugere que fatores genéticos possam modificar o risco para cada indivíduo<sup>5</sup>.

As alterações patológicas na DPOC compreendem os quatro compartimentos pulmonares (vias aéreas centrais, periféricas, parênquima e vasculatura pulmonar), os quais encontram-se em processo inflamatório crônico, causando destruição na estrutura dos mesmos bem como redução de sua elasticidade. A presença dessas alterações é variável em cada indivíduo e determinam os sintomas da doença<sup>6,17</sup>. As principais células inflamatórias envolvidas na fisiopatologia da DPOC são os neutrófilos, macrófagos e linfócitos CD8. Os mediadores inflamatórios mais envolvidos nesse processo são o fator de necrose tumoral alfa (TNF- $\alpha$ ), leucotrieno B4 (LTB4) e a interleucina 8 (IL-8)<sup>5</sup>. Além da inflamação, que provoca aumento da produção de muco, a contração da musculatura lisa das vias aéreas, a inadequação da relação ventilação-perfusão (V/Q), a hiperinsuflação pulmonar estática e dinâmica, a destruição alveolar levando à obstrução de vias aéreas, o desequilíbrio entre as proteinases e antiproteinases mais o estresse oxidativo também são importantes na patogênese da DPOC<sup>6,5</sup>.

O processo inflamatório deflagrado na DPOC também acomete o sistema muscular esquelético, com alteração estrutural e inadequação da bioenergética,

ocasionando diminuição da massa muscular e perda funcional<sup>18</sup>. A hipóxia, geralmente presente nestes indivíduos, provoca aumento da ventilação pulmonar e estimula a produção de ácido lático, o que, conseqüentemente, aumenta a liberação de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). A má nutrição crônica, por sua vez, juntamente com a hipóxia e a hipercapnia, causa prejuízo importante aos músculos periféricos, tornando-os fracos e fadigados<sup>8</sup>.

As alterações na estrutura e função pulmonar ainda provocam aumento da resistência das vias aéreas ao fluxo aéreo e redução da pressão de recolhimento elástico pulmonar. Como o esvaziamento alveolar é criticamente dependente do tempo expiratório, se o mesmo for insuficiente, ou seja, se a fase expiratória tornar-se incompleta após sua interrupção pela próxima inspiração, ocorrerá um aprisionamento de ar nas unidades alveolares<sup>19</sup>. Assim, o volume de ar remanescente nos pulmões ao final de uma expiração espontânea (volume pulmonar expiratório final – VPEF ou capacidade residual funcional – CRF) encontrar-se-á aumentado em pacientes com DPOC em relação a indivíduos saudáveis e, conseqüentemente, haverá uma redução concomitante da capacidade inspiratória (CI) e do volume de reserva inspiratório (VRI)<sup>16,19,20</sup>.

Cronicamente, esse processo patofisiológico de retenção gasosa tende a levar à hiperinsuflação pulmonar, reduzindo a ventilação alveolar e comprometendo a oferta de oxigênio aos tecidos<sup>21</sup>. Inicialmente, os indivíduos com DPOC têm sua capacidade física diminuída aos grandes esforços e, posteriormente, com a progressão da doença, a limitação ao fluxo expiratório aparece mesmo em repouso na maioria dos pacientes, levando-os ao sedentarismo<sup>16</sup>. O estilo de vida sedentário desses pacientes contribui para o descondicionamento muscular periférico. Deste modo, dá-se início um ciclo vicioso denominado dispnéia-inatividade-dispnéia, em

que a piora da dispnéia se associa a esforços físicos cada vez menores, comprometendo também a participação nas AVD<sup>14</sup>.

Ao realizarem alguma atividade física, para suprir as demandas ventilatórias requeridas durante o exercício, o centro respiratório é estimulado a enviar comandos nervosos aos músculos respiratórios para que se contraíam de modo rápido e vigoroso na tentativa de aumentar a ventilação minuto (VE) pelo aumento do volume corrente (VC) e da frequência respiratória (FR). Porém, como esses pacientes têm dificuldade em aumentar o VC, a VE se eleva principalmente devido a FR que se torna mais rápida, reduzindo o tempo expiratório<sup>22</sup>. Conseqüentemente, com a incapacidade de expirar o volume total de ar inspirado, ocorre um aprisionamento aéreo dinâmico durante o exercício (um aumento do VPEF) e uma redução na CI, o que caracteriza a HD. A limitação expiratória ao fluxo aéreo, que se agrava durante o exercício, é a grande responsável pela HD<sup>16,19,23</sup>.

### **1.1.3 A hiperinsuflação dinâmica, efeitos e formas de mensuração**

Nos pacientes com limitação do fluxo aéreo, o aumento da demanda ventilatória durante a realização de exercício torna inevitável o progressivo aumento do aprisionamento aéreo e da HD acima dos valores já normalmente elevados<sup>16,24</sup>. Esse aumento no VPEF gera uma pressão positiva expiratória final (PEEP) íntiseca (PEEPi) ou auto-PEEP responsável por uma sobrecarga importante à musculatura inspiratória<sup>25</sup>. A HD está relacionada com o aparecimento da dispnéia ao esforço, contribuindo consideravelmente para a intolerância ao exercício na maioria dos indivíduos com DPOC<sup>16,25,26</sup>. Por outro lado, alguns autores concluíram em seus estudos que certos pacientes não hiperinsuflam progressivamente durante a atividade física, apesar da queixa de dispnéia<sup>27,28,29</sup>. Segundo Vogiatzis *et al.*<sup>28</sup>

existem ainda dois padrões de hiperinsuflação durante o exercício naqueles que possuem DPOC grave: no início e ao final do mesmo.

Indiscutivelmente, a HD exerce efeitos agudos negativos durante o exercício em pacientes com DPOC e estão bem definidos na literatura<sup>19</sup>: 1) impõe carga elástica adicional aos músculos inspiratórios, aumentando o trabalho respiratório e o consumo de oxigênio ( $VO_2$ ), pois essa musculatura necessita vencer a PEEPi para que ocorra a negatização da pressão intrapleural e se inicie novo ciclo respiratório<sup>25,30</sup>; 2) resulta em fraqueza do diafragma e demais músculos inspiratórios devido ao encurtamento máximo de suas fibras musculares diminuindo a capacidade desta musculatura em gerar pressão durante a respiração<sup>25,31</sup>; 3) provoca uma limitação mecânica precoce da ventilação pela incapacidade desses pacientes em aumentar o VC e provocar apropriada expansão pulmonar durante o exercício<sup>32</sup>; 4) em alguns indivíduos essa limitação mecânica ocasiona desuniformidade pulmonar na relação V/Q, levando a retenção de  $CO_2$  e queda da saturação arterial da hemoglobina em oxigênio<sup>32</sup>; 5) afeta a função cardíaca dinâmica. Todos esses fatores estão interligados e contribuem integralmente para a dispnéia incapacitante e para a redução da capacidade de exercício<sup>33</sup>, mesmo em níveis de intensidade considerados moderados<sup>34</sup>, ou em cargas de trabalho submáximas<sup>35</sup>.

Atualmente existem duas formas de se avaliar a HD durante o exercício. Uma delas é por meio da pletismografia optoeletrônica, que é uma técnica capaz de medir as mudanças de volume em cada incursão respiratória de toda a parede torácica e dos compartimentos torácico e abdominal com grande acurácia<sup>27,28,29</sup>. O outro modo é pela espirometria dinâmica, em que a HD pode ser determinada realizando-se medidas repetidas da CI ao longo do exercício<sup>16,25,26,35,36,37,38,39</sup>.



A realização de manobras progressivas da CI é um método simples e de reprodutibilidade e responsividade testadas<sup>25,36,37,39</sup> para estimar indiretamente alterações progressivas no VPEF causadas pela HD. Assim como ocorre em indivíduos saudáveis e naqueles que possuem doença pulmonar intersticial, a capacidade pulmonar total (CPT) também permanece inalterada durante exercícios máximos e submáximos em indivíduos com DPOC<sup>25,28,40,41</sup>. Assim, partindo-se dessa premissa, podemos considerar que alterações na CI refletem alterações neste volume (VPEF = CPT- CI), ou seja, uma redução na CI indica um aumento equivalente no VPEF<sup>25</sup>. O uso desta manobra como forma de avaliar a HD induzida pelo exercício em pacientes com DPOC tem sido amplamente relatado na literatura<sup>16,25,26,35,36,37,38,39,42,43</sup>.

Porszasz *et al.*<sup>38</sup> utilizaram este método para avaliar o efeito de intensidades de treinamento submáximas durante sete semanas na hiperinsuflação induzida pelo exercício e no tempo de exercício em pacientes com DPOC graus III e IV da *Global Strategy for the Diagnosis, Management, and Prevention of Chronic Obstructive Pulmonary Disease (GOLD)*. Antes e após o treinamento, um teste de carga constante foi realizado com 75% da carga máxima obtida em teste incremental realizado nas mesmas situações e, assumindo que a CPT não se altera durante o exercício, a medida da CI foi utilizada para avaliar alterações no VPEF. As manobras foram realizadas em repouso enquanto sentados no cicloergômetro e a cada 2 minutos durante o exercício. Após o treinamento ocorreu um aumento significativo de 133 mL na CI em *isotime*, um aumento no tempo de exercício de 11,6(8,4) minutos, além de um significativo aumento (300%) na carga de trabalho. Neder *et al.*<sup>45</sup> também disponibilizaram-se das manobras da CI para avaliar o desenvolvimento da HD em pacientes com DPOC grave e muito grave durante

exercício de carga constante em bicicleta ergométrica. As manobras de CI foram realizadas durante o período de repouso até que 3 esforços reprodutíveis fossem registrados (10% de variação a partir do maior valor aceitável) e a cada minuto durante o teste.

#### **1.1.4 Principais abordagens terapêuticas utilizadas atualmente para melhorar a tolerância ao exercício**

Atualmente, conforme abordado anteriormente nessa revisão, acredita-se que o mecanismo envolvido na limitação da atividade física em pacientes com DPOC seja multifatorial, ou seja, relacionada tanto às disfunções musculares quanto aos fatores pulmonares. Além disso, considera-se que a intolerância ao exercício esteja bastante relacionada à hiperinsuflação, particularmente a HD<sup>44</sup>. Nas últimas décadas, novas estratégias têm sido desenvolvidas visando o incremento da tolerância ao exercício nessa população específica<sup>47</sup>. Para tanto, algumas abordagens terapêuticas tentam exercer influência sobre a HD.

Teoricamente, a HD pode ser diminuída por intervenções que melhorem o fluxo aéreo durante a expiração ou que aumentem o tempo expiratório<sup>44</sup>. No primeiro caso, os broncodilatadores e o heliox diminuem a resistência ao fluxo aéreo, permitindo um fluxo aéreo mais rápido durante a expiração. Na outra situação, o uso de oxigênio suplementar diminui o *drive* respiratório, tornando a FR menor e permitindo que o paciente expire por mais tempo<sup>44</sup>. Uma opção terapêutica não farmacológica que tem sido investigada com o propósito de promover o aumento do tempo expiratório e, assim, usufruir de suas conseqüências fisiológicas é o uso da pressão positiva expiratória.

#### 1.1.4.1 Broncodilatadores

A eficácia dos broncodilatadores de curta ou longa ação em reduzir a HD durante o exercício em indivíduos com DPOC de grau moderado a muito grave tem sido amplamente investigada pela comunidade científica<sup>12,42,44,46,47,48,49,50,51</sup>. Alguns estudos observaram que, após o uso de broncodilatadores, ocorreu melhora da dispnéia além de uma redução considerável na HD e aumento na tolerância ao exercício<sup>12,42,45,47</sup>. O estudo de Neder *et al.*<sup>45</sup> avaliou o efeito do uso de formoterol 2x/dia por 14 dias seguido por placebo ou vice-versa na tolerância ao exercício e na HD em 21 pacientes com DPOC estágios III e IV da GOLD. Após teste incremental em cicloergômetro, para determinação da carga de trabalho em teste de carga constante (80%), foram realizadas quatro visitas, antes e após cada intervenção para determinar o limite de tolerância do exercício e a CI obtida em repouso e a cada minuto durante o exercício. O uso de broncodilatador foi associado com um aumento no tempo de exercício de 130 segundos (aumento de 37,8%) comparado com placebo. Essa melhora na tolerância após formoterol foi associada com importante aumento na CI tanto no *isotime* quanto ao término do exercício. Entretanto, outros estudos não identificaram efeitos positivos significativos na capacidade de exercício após sua utilização<sup>50,51,52,53</sup>. Uma revisão sistemática de 2002<sup>54</sup> sobre esse tema demonstra que a maioria dos estudos encontrou melhora na dispnéia, porém nem sempre com aumento significativo nas diversas medidas de capacidade de exercício (testes ergométricos máximo e submáximo em cicloergômetros e esteiras, teste de caminhada de 6 e 12 minutos, *Shuttle Walking Test*). Um estudo multicêntrico, controlado e duplo cego, realizado recentemente por Aalbers *et al.*<sup>50</sup> investigaram o efeito do uso de formoterol comparado a placebo em 692 pacientes com DPOC moderado a grave durante 12 semanas. Os autores observaram melhora

significativa no VEF<sub>1</sub> e na dispnéia, embora o uso do broncodilatador não tenha provocado nenhum efeito significativo na capacidade de exercício avaliada por meio do *Shuttle Test* incremental. Já Man *et al.*<sup>48</sup> encontraram que o uso de salmeterol foi ineficaz em melhorar o tempo de *endurance* do exercício em pacientes com DPOC grave, apesar de terem encontrado uma redução significativa na sensação de dispnéia associada a aumentos pequenos, mas significativos na CI. Assim, parece que esta questão ainda não está bem estabelecida e que investigações complementares são necessárias para elucidar o impacto do uso de broncodilatadores na tolerância ao exercício nestes indivíduos.

#### 1.1.4.2 Heliox

Alguns estudos sugerem que o mecanismo ventilatório de indivíduos com DPOC também possa ser melhorado por meio de uma mistura gasosa de baixa densidade constituída por 79% de hélio e 21% de O<sub>2</sub>, denominada heliox. Seu princípio é similar ao dos broncodilatadores, ou seja, de que possa reduzir a turbulência causada pela resistência ao fluxo aéreo em altos níveis ventilatórios e, portanto, melhorar a dispnéia e a tolerância ao exercício pelo aumento da VE<sup>44,53</sup>. Palange *et al.*<sup>55</sup> encontraram inclusive um aumento significativo no tempo de exercício em cicloergômetro associado a uma redução significativa da HD com o uso de heliox em pacientes com DPOC de grau moderado a grave. Porém, existem poucos estudos sobre esta nova estratégia e o seu papel como suplemento durante os exercícios ainda não está claramente definido. Além disso, os resultados encontrados até então não podem ser generalizados para toda a população de pacientes com DPOC.

#### 1.1.4.3 Oxigênio suplementar

Quanto ao uso de oxigênio suplementar, existem evidências na literatura de que ele possa através de vários mecanismos aliviar a hipóxia induzida pelo exercício, contribuindo na manutenção ou melhora da saturação periférica de hemoglobina em oxigênio ( $SpO_2$ ), aliviando a dispnéia e aumentando o desempenho durante a realização da atividade física tanto em indivíduos com DPOC hipoxêmicos quanto nos não-hipoxêmicos<sup>6,8,47,56</sup>.

#### 1.1.5 Pressão positiva expiratória – Fisiologia, técnicas e recursos

A pressão positiva expiratória é uma estratégia não-farmacológica que vem sendo investigada com o mesmo propósito de promover aumento na tolerância ao exercício em indivíduos com DPOC<sup>57,58,59,60,61</sup>. Tal sistema de pressão tem o efeito terapêutico de reduzir o aprisionamento aéreo e promover o recrutamento alveolar, o aumento da CRF, a melhora da relação V/Q, a redistribuição da água extravascular e a otimização do uso de broncodilatadores<sup>62</sup>. Em pacientes com DPOC, os principais benefícios da terapia com PEEP são a prevenção do colapso de vias aéreas instáveis, a redução do aprisionamento aéreo, o aumento da CRF nas áreas hipoventiladas e a melhora da relação V/Q com diminuição do *shunt* intrapulmonar. Isso se deve a influência da pressão positiva expiratória sobre a pressão transpulmonar. Nesses pacientes, a obstrução do fluxo expiratório pode aparecer como resultado de um colapso das vias aéreas durante a expiração, ocasionando uma ventilação não homogênea e um aumento do espaço morto fisiológico ( $VD/VT$ )<sup>63</sup>. Como a pressão transpulmonar é a diferença entre a pressão alveolar e a pressão pleural, tal colapso pode aparecer quando a pressão pleural supera a alveolar, vencendo a resistência da parede brônquica<sup>64</sup>. Nessa situação a

pressão transpulmonar é negativa. Ao se aplicar uma pressão supra-atmosférica expiratória sobre as vias aéreas, o gradiente de pressão transpulmonar aumenta em função do aumento da pressão alveolar, reduzindo e/ou prevenindo o colapso das vias aéreas<sup>61,65</sup>. Além disso, ao diminuir a resistência ao fluxo aéreo, a pressão positiva expiratória reduz, conseqüentemente, o aprisionamento de ar, permitindo uma ventilação mais homogênea. O desvio da ventilação de regiões pulmonares hiperventiladas para áreas relativamente hipoventiladas ocorre através da ventilação colateral<sup>61,65,66</sup>. A melhora da ventilação nessas regiões associada com alterações no débito cardíaco, devido a aplicação da pressão positiva, favorece uma hematose mais adequada, resultando tanto na melhora da pressão arterial de oxigênio quanto na redução da vasoconstrição hipóxica local e do VD/VT<sup>61,62,65,67,68</sup>. O uso da pressão positiva expiratória também auxilia na mobilização das secreções retidas nas vias aéreas<sup>62,67</sup>. Ao manter as vias aéreas abertas e prolongar o fluxo de ar durante a expiração, ela promove o movimento de secreções das vias aéreas periféricas em direção as vias mais centrais<sup>62,67</sup>.

Dentre as técnicas ou recursos que utilizam esse princípio, o exercício respiratório com freno-labial ou *pursed lips* é o mais tradicional. Ao gerar uma pressão positiva expiratória na via aérea, por meio da resistência imposta por lábios semi-fechados, essa manobra prolonga o tempo expiratório e previne a compressão e o fechamento prematuro das vias aéreas<sup>67,69,70,71</sup>. Nos últimos anos, ensaios clínicos aleatorizados foram realizados com o objetivo de verificar o efeito dessa técnica respiratória na capacidade de exercício e na dispnéia em indivíduos com DPOC. Os resultados encontrados até o momento são bem distintos. Garrod *et al.*<sup>59</sup> investigaram a influência do freno-labial durante o exercício e não encontraram diferença significativa na distância caminhada entre os *Shuttle Walk Tests*

incrementais realizados. E, apesar da redução significativa na FR, o mesmo não ocorreu em relação à dispnéia. Faager *et al.*<sup>57</sup> por sua vez, relataram aumento na distância caminhada, avaliada por meio de teste de carga constante e redução da dessaturação de oxigênio durante o exercício, porém sem diferença significativa no grau de dispnéia ou cansaço das pernas com ou sem o uso da respiração. Spahija *et al.*<sup>60</sup> acreditam que o freno-labial tenha um efeito variável na dispnéia, pois parece que tal efeito está relacionado às alterações combinadas promovidas pelo VC e pelo VPEF e o impacto que isso promove na capacidade dos músculos respiratórios em gerar pressão suficiente para atingir a demanda ventilatória requerida.

A ventilação não invasiva (VNI), assistência ventilatória que não requer intubação traqueal, é uma das alternativas para se gerar uma pressão positiva na via aérea. Um de seus objetivos, motivo de intensa pesquisa nos últimos anos, é o de melhorar a tolerância ao exercício e reduzir a dispnéia<sup>8,11,47,72,73,74,75</sup>. Dentre as modalidades de assistência ventilatória, a CPAP (pressão positiva contínua nas vias aéreas) é a mais comum. Ela produz uma pressão positiva de 5 a 20 cm de H<sub>2</sub>O nas duas fases do ciclo respiratório durante a respiração espontânea<sup>62,67</sup>. Oliveira-Rezende *et al.*<sup>74</sup> avaliaram os efeitos do uso de CPAP com titulação de 5 cmH<sub>2</sub>O durante o exercício em um programa de reabilitação pulmonar de 12 semanas e verificaram um aumento significativo na distância caminhada no grupo de pacientes com DPOC que utilizou a VNI comparado ao grupo que não usou a mesma durante o exercício. Em um estudo recente, Soares *et al.*<sup>76</sup> investigaram o efeito de diversas titulações de pressão da CPAP por 5 minutos na CI em 42 pacientes com DPOC de grau moderado a grave em repouso e observaram aumento nessa variável após aplicação individualizada da melhor PEEP, principalmente naqueles com enfisema. Entretanto, o uso deste equipamento oferece algumas desvantagens ao paciente.

Além do desconforto que provoca é de difícil utilização diária, pois requer uma fonte de gás pressurizado e tem alto custo<sup>62,67</sup>.

Outras opções terapêuticas seriam as máscaras PEP (do inglês *positive expiratory pressure*) e EPAP (do inglês *expiratory positive airway pressure*) em que a pressão positiva é gerada ao final da expiração por meio de válvulas de resistência a fluxo ou válvulas de resistência linear, respectivamente<sup>67</sup>. Na máscara PEP, o paciente exala contra orifícios fixos colocados na parte expiratória do sistema, gerando uma pressão de 10 a 20 cmH<sub>2</sub>O. Este tipo de resistência somente cria uma pressão quando o fluxo expiratório é alto o suficiente para vencê-la. Quando o fluxo de gás é interrompido, a pressão positiva expiratória não é mais gerada. Assim, com esse artefato, a pressão expiratória é fluxo-dependente. O nível de pressão positiva expiratória estabelecido é proporcional e dependente do fluxo de ar que passa pelo sistema e da resistência gerada pelos orifícios<sup>62,67</sup>.

Por outro lado, as válvulas de resistência linear são capazes de gerar pressão expiratória positiva de forma constante e em níveis pré-estabelecidos (5 a 20 cmH<sub>2</sub>O), mesmo quando o fluxo de ar é interrompido. Assim, como a pressão gerada independe da velocidade do fluxo expiratório, as válvulas de resistência linear são capazes de manter uma pressão positiva expiratória segura e estável. Na EPAP, a resistência é criada pela pressão de uma válvula com mola ou *Spring-Loaded* sobre um anel metálico contra a saída do fluxo expiratório<sup>67</sup>. Durante a sua utilização, ocorre fisiologicamente uma pressão sub-atmosférica durante a inspiração e, conforme graduação da tensão da mola, uma pressão supra-atmosférica durante a expiração. Quanto maior a tensão da mola, maior a pressão expiratória criada<sup>62,67</sup>.

A EPAP pode ser aplicada de modo seguro com o objetivo de reduzir o colapso alveolar e melhorar a ventilação pulmonar<sup>61,65</sup> devido à sua efetividade em



diminuir a resistência pulmonar. Além de ser um instrumento portátil e confortável, a EPAP não requer uma fonte externa de gás pressurizado<sup>62</sup>, tem importante vantagem econômica sobre outros recursos e é de fácil utilização, o que poderia proporcionar maior autonomia e independência ao indivíduo com DPOC perante seu tratamento. No entanto, a EPAP vem sendo utilizada principalmente para promover a desobstrução brônquica<sup>77,78,79,80</sup> e a maioria dos estudos foram desenvolvidos em indivíduos com fibrose cística<sup>77,78,80</sup>. A influência da EPAP na tolerância ao exercício em pacientes com DPOC tem sido pouco relatada, sendo escassos os estudos encontrados na literatura sobre este tema<sup>58,61</sup>.

Van der Schans *et al.*<sup>61</sup> avaliaram os efeitos do uso da EPAP com uma pressão positiva expiratória de 5 cmH<sub>2</sub>O em repouso e durante exercício incremental na bicicleta em pacientes com DPOC de grau moderado a grave. Como forma de controle, outro teste incremental foi realizado sem o uso de EPAP. Durante o repouso, foram avaliados o trabalho respiratório e a atividade eletromiográfica dos músculos escaleno, paraesternal e abdominal. Já as variáveis VE, ventilação no VD/VT, VO<sub>2</sub> e produção de dióxido de carbono (VCO<sub>2</sub>) foram mensuradas, de forma indireta, tanto em repouso quanto durante o teste de bicicleta, ambas as situações com e sem o uso de EPAP. A sensação de dispnéia foi avaliada por meio da Escala de Borg durante os dois testes. Em repouso, o uso da EPAP, apesar de ter provocado aumento do trabalho respiratório, reduziu a VE e a VD/VT, refletindo, portanto, em aumento da eficiência ventilatória. Não houve diferença significativa na carga máxima de trabalho atingida entre os dois testes. Durante o exercício com EPAP, os valores de VE, VD/VT, VO<sub>2</sub> e VCO<sub>2</sub>, para uma mesma carga de esforço, foram significativamente menores quando comparados ao teste de exercício sem EPAP, demonstrando menor custo energético para a respiração. Por outro lado, a

sensação de dispnéia aumentou durante o uso da EPAP, o que foi atribuído ao aumento do trabalho dos músculos expiratórios. Os autores sugeriram que o uso da EPAP durante o exercício associado a um maior fluxo expiratório, aumentou demanda de trabalho muscular expiratório, contribuindo para o aumento da sensação de dispnéia.

Zager<sup>58</sup> investigou o efeito da EPAP sobre a tolerância ao esforço em 11 pacientes com DPOC por meio da distância percorrida, dispnéia, percepção de esforço em MMII e variação da frequência cardíaca (FC) durante o teste de caminhada de seis minutos (TC6). Todos os indivíduos foram submetidos a três TC6: um teste controle sem qualquer artefato de ventilação; um teste placebo realizado com uma máscara sem a válvula *spring-loaded* e um teste experimental onde foi utilizada a máscara de EPAP graduada em 5 cmH<sub>2</sub>O. Os resultados encontrados indicaram que com a aplicação de uma pressão positiva expiratória a distância caminhada diminuiu 0,9% no teste placebo e aumentou 3% no teste experimental em comparação com o teste controle. Em relação ao teste placebo o teste experimental aumentou significativamente 4,5%. Quanto à dispnéia e à percepção de esforço MMII, entre os testes controle e placebo, houve respectivamente uma redução de 3,9% e um aumento de 9,8% não significativos. Entre os testes controle e experimental ocorreu um incremento não significativo tanto para a dispnéia quanto para a percepção de esforço. Comparando-se os testes placebo e experimental houve um aumento significativo de 59,5% para a dispnéia e nenhuma variação para a percepção de esforço. Em relação à FC, houve um aumento não significativo da mesma nos testes placebo e experimental em relação ao controle, mantendo-se mais alta no teste experimental. O autor conclui que a aplicação de EPAP promove efeitos positivos sobre a tolerância ao exercício em

pacientes com DPOC, mesmo que venham acompanhados de aumento da dispnéia e da frequência cardíaca.

Segundo revisão sistemática realizada por Olsén e Westerdaal<sup>81</sup> publicada recentemente, existe uma variedade de técnicas que utilizam a pressão positiva expiratória em diversas intensidades e durações de tratamento com objetivos e medidas de desfechos diferentes, ou seja, os efeitos da pressão positiva em pacientes com DPOC são ainda inconclusivos. Os estudos mencionados anteriormente sobre o efeito da EPAP na tolerância ao exercício apontam em direção de um possível benefício para essa população de indivíduos com DPOC. No entanto, nenhum desses estudos investigou sua influência sobre a HD, sabidamente relacionada à intolerância ao esforço. Outro aspecto ainda não estudado, dentro do nosso conhecimento, são os efeitos agudos da EPAP quando a mesma é utilizada imediatamente antes do exercício. Essa estratégia preparatória poderia favorecer o aumento da tolerância ao esforço, e conseqüentemente a possibilidade de maior tempo de realização de determinadas atividades funcionais, nas quais o uso concomitante da EPAP ou dos outros recursos citados anteriormente seria inadequado, como por exemplo, durante pequenos deslocamentos próximos à residência, ou durante a realização de atividades domésticas. Dessa forma, como a intolerância ao exercício é um sintoma de incapacidade social em pacientes com DPOC, estaríamos verificando a contribuição de um recurso simples da prática clínica na participação social.

## **1.2 Justificativa do estudo**

A DPOC é considerada causa importante de morbidade e mortalidade em todo mundo, responsável pelo grande número de internações e gastos hospitalares.

Cada vez mais é necessária uma atenção multidisciplinar, na qual haja o empenho de todos os profissionais da saúde em busca de abordagens de tratamento que enfatizem a melhora do bem estar físico e psicossocial destes indivíduos e com o objetivo de interromper a progressiva inatividade e descondicionamento físico. O uso da EPAP como possível recurso que otimize a ventilação e aumente a tolerância ao exercício já vem sendo vislumbrado, porém parecem necessárias investigações no sentido de estabelecer seu potencial benefício em indivíduos com DPOC. Assim, seria interessante avaliar se a sua utilização imediatamente antes do exercício poderia contribuir para tal objetivo e se a mesma exerceria alguma influência na HD.

### 1.2.1 Objetivos do estudo

- ▶ **Objetivo geral:** avaliar os efeitos imediatos do uso da EPAP na tolerância ao exercício e na HD em indivíduos com DPOC.
- ▶ **Objetivos específicos:** avaliar as respostas agudas ao exercício após o uso prévio de EPAP e placebo sobre os seguintes parâmetros: tempo de exercício, CI, dispnéia, cansaço de MMII e SpO<sub>2</sub>.

### 1.3 Hipóteses do estudo

- ▶ **H<sub>0</sub>:** O uso da EPAP imediatamente antes do exercício não aumenta a tolerância ao exercício e não reduz a HD.
- ▶ **H<sub>a</sub>:** O uso da EPAP imediatamente antes do exercício aumenta a tolerância ao exercício e reduz a HD.

## **Capítulo 2 MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1 Tipo de estudo**

O desenho do estudo é do tipo transversal com avaliação do efeito agudo de uma intervenção ou de um placebo.

### **2.2 Local de realização**

O estudo foi desenvolvido no Laboratório de Avaliação e Pesquisa em Desempenho Cardiorrespiratório (LabCare) do Departamento de Fisioterapia da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional (EEFFTO) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

### **2.3 Amostra**

#### **2.3.1 Seleção**

Os voluntários foram selecionados a partir de encaminhamentos de serviços de fisioterapia e no Ambulatório de Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica do Serviço Especial de Diagnóstico e Tratamento de Pneumologia e Cirurgia Torácica do Hospital das Clínicas (HC) da UFMG.

#### **2.3.2 Critérios de inclusão**

▶ Apresentar diagnóstico clínico de DPOC moderado a muito grave de acordo com a classificação da GOLD (2008)<sup>5</sup> (ANEXO A), ou seja,  $VEF_1/CVF < 70\%$  e  $VEF_1 < 80\%$ , sendo esses valores previstos de acordo com referências para a população brasileira<sup>82</sup>. Este estudo optou por indivíduos com esta classificação de gravidade pelo fato deles apresentarem as maiores limitações à realização de exercício;

- ▶ Não apresentar história sugestiva de asma, ou seja, após uso de broncodilatador ter aumento do VEF<sub>1</sub> superior a 12%<sup>28,35</sup> e maior que 200 mL (prova broncodilatadora positiva)<sup>83</sup>;
- ▶ Encontrar-se clinicamente estável, sem exacerbação da doença nas últimas seis semanas<sup>27,29</sup>;
- ▶ Ter idade entre 45 e 79 anos<sup>84,85</sup>;
- ▶ Tabagista ou ex-tabagista com história de tabagismo  $\geq$  a 10 anos/maço<sup>12,42,43</sup>;
- ▶ Apresentar SpO<sub>2</sub>  $\geq$  90% em repouso;
- ▶ Não necessitar de uso de oxigênio suplementar contínuo<sup>60</sup>;
- ▶ Não apresentar índice de massa corporal (IMC) abaixo de 18 Kg/m<sup>2</sup> ou acima de 30 Kg/m<sup>2</sup><sup>12</sup>;
- ▶ Não apresentar desordens neuromusculares e/ou ortopédicas que pudessem limitar a realização dos testes ou cardiovasculares e metabólicas que pudessem colocar o paciente em risco durante os testes ou que prejudicassem seu desempenho<sup>12,25,26,27,28,50,55,60</sup>;
- ▶ Não apresentar, associado ao quadro de DPOC diagnóstico de alguma doença pulmonar intersticial predominante ou história de pneumotórax e/ou hemoptise recentes;
- ▶ Assinar um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE 1).

### 2.3.3 Critérios de exclusão

- ▶ Apresentar alguma alteração hemodinâmica durante o teste de esforço máximo, como por exemplo, hipertensão reativa, considerando-se o achado de valores de pressão arterial sistólica (PAS) > 250 mmHg e/ou pressão arterial diastólica (PAD) >

120 mmHg, arritmia ou algum dos critérios de interrupção do esforço propostos pela American Thoracic Society / American College Of Chest Physicians (ATS/ACCP)<sup>86</sup>;

- ▶ Apresentar nos dias de avaliação, PAS superior a 200mmHg e/ou PAD superior a 120 mmHg no repouso<sup>86</sup>;
- ▶ Ser incapaz de completar algum teste;
- ▶ Ser incapaz de compreender e/ou realizar algum procedimento;
- ▶ Não completar todas as fases do protocolo experimental;
- ▶ Apresentar agudização do quadro durante ou entre os dias de coleta.

### **2.3.4 Aspectos éticos**

O projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG (Parecer nº. ETIC 619/07) (ANEXO B) e o TCLE foi obtido de todos os participantes.

### **2.3.5 Instrumentos de medida**

#### **2.3.5.1 Balança**

Uma balança calibrada (Filizola<sup>®</sup> Ind.Ltda, São Paulo-SP, Brasil) foi empregada para aferir o peso corporal e a altura. A partir destes dados foi calculado o IMC (Kg/m<sup>2</sup>) de cada participante.

#### **2.3.5.2 Espirômetro**

Neste estudo, a espirometria foi utilizada para análise da CI e, por meio desta, do desenvolvimento da HD. Para tanto, foi utilizado o software *BreezeSuite* versão 6.3, instalado em um computador (*Pentium 4*) que analisa os registros de volume obtidos a partir do sistema metabólico de análise automática de gases da *Medical*

*Graphics®* (CPX Ultima, Miami, FL, USA). A FIG. 1 ilustra este instrumento e o registro de uma manobra no computador.

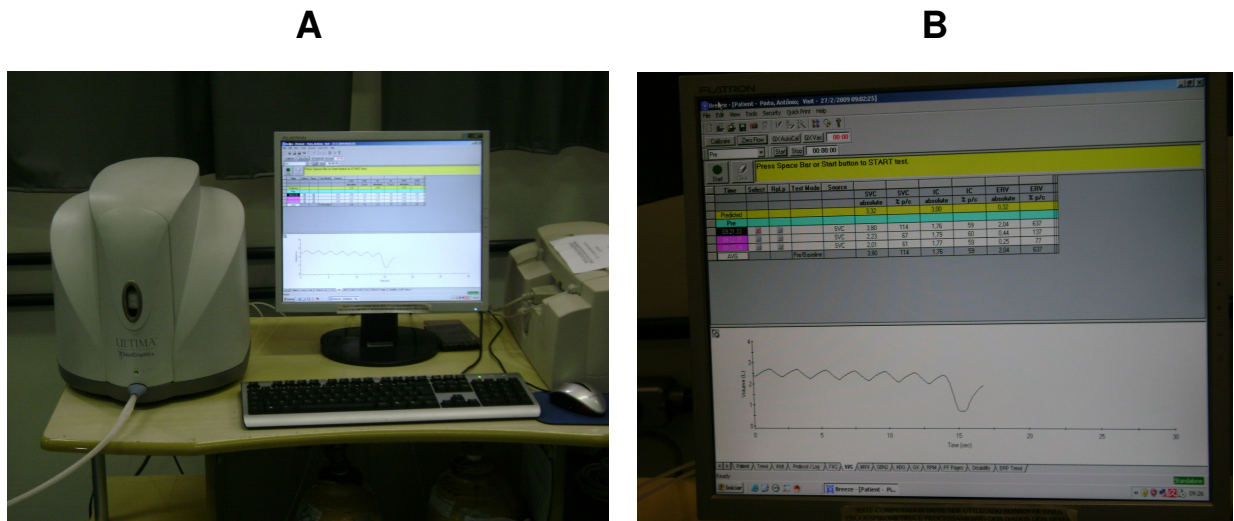


FIGURA 1 – A: Sistema metabólico automático de análise de gases (*Medical Graphics® CPX Ultima, Miami, FL, USA*); B: Registro de uma manobra da CI no software *BreezeSuite*.

Os componentes básicos do *CPX Ultima* utilizados para este estudo foram uma máscara facial, um transdutor de fluxo ou pneumotacógrafo e uma linha de amostragem com um *clip* umbilical. A FIG. 2 ilustra tais componentes.

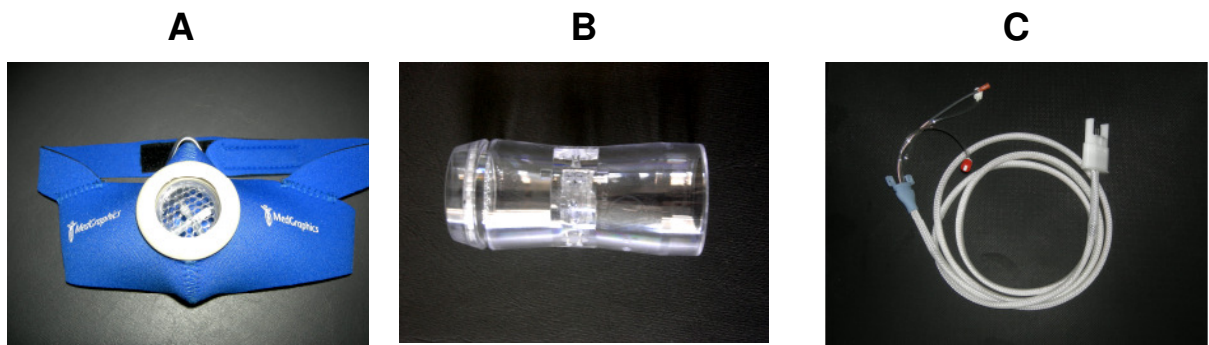


FIGURA 2: Alguns componentes do sistema de análise de gases: A – Máscara facial; B – Transdutor de fluxo; C – Linha de amostragem com *clip* umbilical.



Valores acurados para os parâmetros ventilatórios dependem fundamentalmente da acurácia do transdutor de fluxo. Por essa razão, a calibração deste dispositivo é essencial<sup>86</sup>. Nesse estudo, a calibração do pneumotacógrafo foi realizada antes de cada coleta por meio do *software BreezeSuite* versão 6.3, com a utilização de uma seringa de três litros (*Hans Rudolph, St Paul, MN, USA*) e com ajuste dos dados de temperatura, umidade e pressão. Foram realizadas cinco injeções e cinco retiradas do êmbolo da seringa em diferentes velocidades (alta, média e baixa), utilizando os marcadores da tela de calibração do *software* como orientação. A calibração foi considerada bem sucedida se a porcentagem de erro fosse inferior a 3% ou 50 mL. A FIG. 3 ilustra um exemplo de uma tela de calibração bem sucedida do pneumotacógrafo. Após todo este processo, o modo SCV (*slow vital capacity*), específico para a realização de manobras de capacidade vital lenta, foi selecionado para que as manobras da CI pudessem ser realizadas.

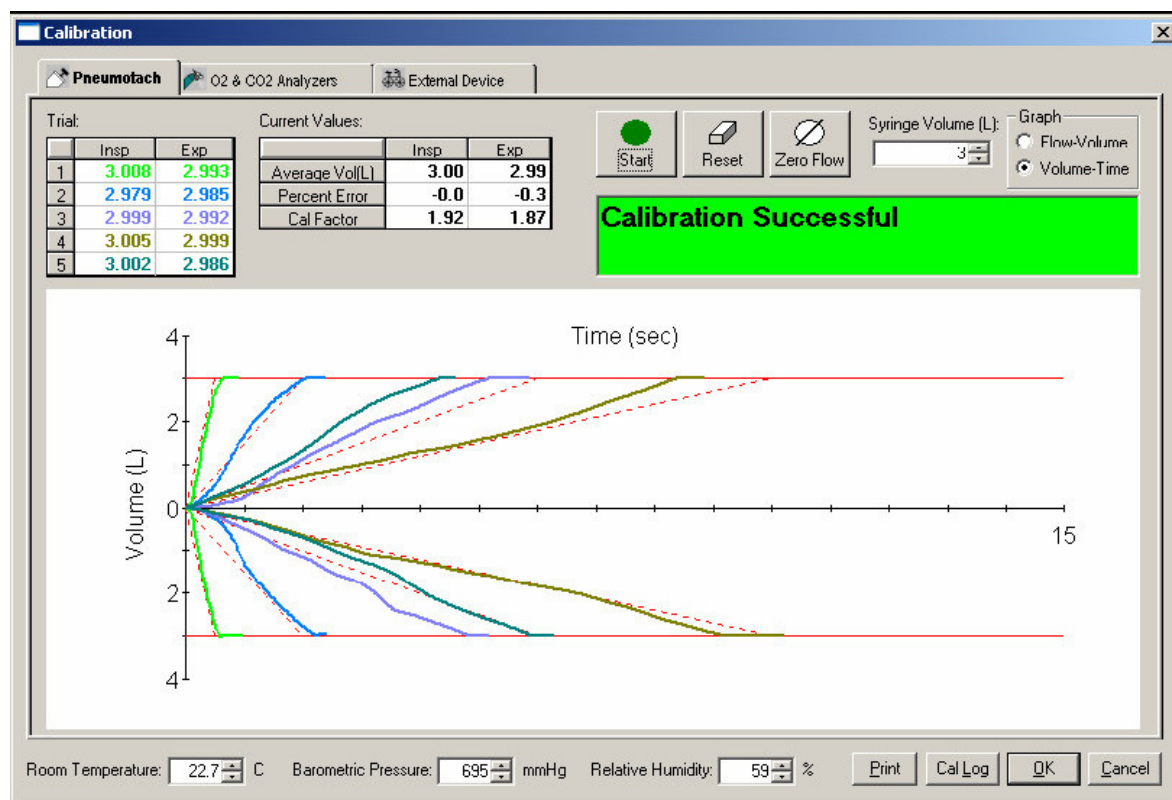


FIGURA 3 - Exemplo de uma tela de calibração bem sucedida do pneumotacógrafo.

### 2.3.5.3 Cicloergômetro

Os testes incremental e de carga constante foram realizados em bicicleta ergométrica elétrica com carga eletromagnética (*Ergo Cycle167, Pirmasens, Germany*). Apesar de pedalar não ser uma atividade habitual para essa população, o cicloergômetro possibilita uma quantificação mais precisa e direta da carga de trabalho, facilitando o cálculo de alguns parâmetros cardiopulmonares durante a realização de testes de esforço. Além disso, esse equipamento é considerado adequado para esses indivíduos por permitir uma postura estável, proporcionando uma mensuração mais precisa das variáveis estudadas<sup>86</sup>.

### 2.3.5.4 Eletrocardiógrafo

O eletrocardiógrafo (*Welch Allyn, Skaneateles Falls, NY, EUA*) com 10 derivações foi utilizado para monitorização eletrocardiográfica dos participantes do estudo durante o teste incremental máximo limitado por sintomas, por questão de segurança, de acordo com as recomendações do ATS/ACCP<sup>86</sup>. A visualização dos sinais eletrocardiográficos foi realizada por meio do software *Welch Allyn Cardio Perfect* no mesmo computador usado para a visualização das manobras de CI.

### 2.3.5.5 Oximetria de pulso

O oxímetro de pulso (*Moriya<sup>®</sup> 1001, São Paulo, SP, Brasil*) é um equipamento portátil que realiza de maneira contínua e não invasiva a mensuração da SpO<sub>2</sub>. A oximetria de pulso é uma medida confiável que apresenta correlação de alta magnitude ( $r=0.98$ ,  $p<0,0001$ ) com a saturação de oxigênio da hemoglobina medida por meio da gasometria<sup>87</sup>. Este instrumento também foi utilizado durante os testes de exercício incremental e de carga constante.

### 2.3.5.6 Estetoscópio e esfigmomanômetro

Um estetoscópio (*Litmann Classic II S.E.*<sup>®</sup>) e um esfigmomanômetro (*BD*<sup>®</sup>, *redondo, Juiz de Fora, MG, Brasil*) calibrado foram utilizados para avaliação da ausculta pulmonar e da PA em repouso e durante os testes incremental e de carga constante, também para atender aos critérios de segurança dos testes<sup>86</sup>.

### 2.3.5.7 Cronômetro

Um cronômetro (*Sport Timer*<sup>®</sup>, *China*) foi utilizado para medir a variável tempo durante os testes de carga constante.

### 2.3.5.8 Escala de Borg modificada

Para avaliar o grau de percepção subjetiva do esforço (dispnéia e fadiga de MMII) desempenhado pelos voluntários durante os testes incremental e de carga constante bem como nas situações de repouso foi utilizada a Escala Categórica de Borg Modificada<sup>88</sup>. A escala de Borg é uma das escalas mais comumente utilizadas para avaliar o nível de cansaço experimentado durante o exercício<sup>89</sup>. Ela foi construída por Borg em 1970 e modificada posteriormente pelo próprio autor em 1980<sup>88</sup>. A escala de Borg modificada consiste em uma escala vertical graduada de 0 a 10, com expressões verbais correspondentes a um aumento progressivo do nível de percepção do esforço (ANEXO C)<sup>88</sup>. Nesta escala, o número 10 corresponde a um nível de exercício “extremamente forte”<sup>90</sup>. A escala é válida e confiável, podendo ser aplicada a pacientes com disfunções cardiorrespiratórias para determinação da dispnéia<sup>91</sup>.

A FIG. 4 ilustra os equipamentos utilizados para monitorização e avaliação do desempenho dos participantes durante os testes incremental máximo limitado por sintomas e de carga constante.

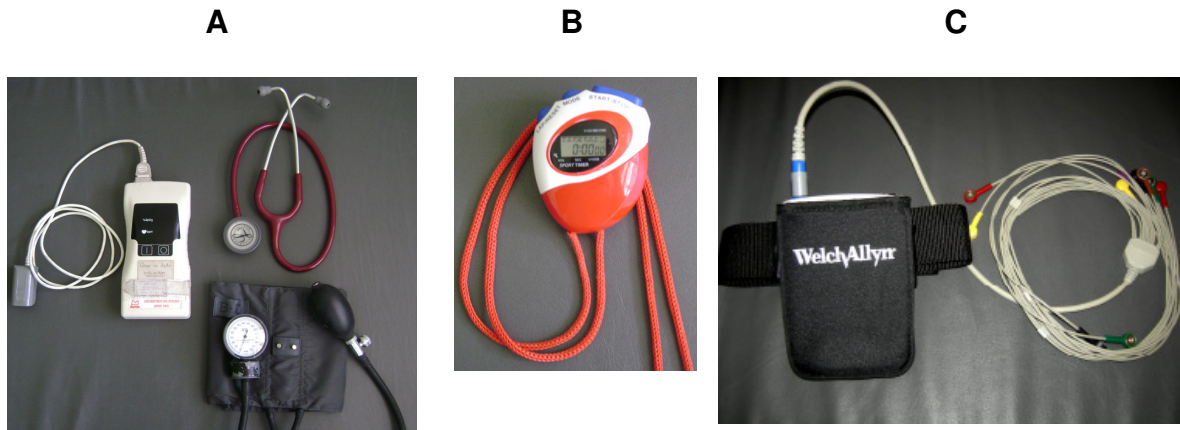


FIGURA 4 - Equipamentos utilizados para monitorização dos participantes durante os testes de exercício. A: Oxímetro de pulso, esfigmomanômetro e estetoscópio; B: Cronômetro; C: Eletrocardiógrafo.

### 2.3.5.9 Perfil de Atividade Humana (PAH)

O questionário PAH (ANEXO D) é a versão brasileira do *Human Activity Profile*<sup>92</sup> e consiste de 94 itens destinados à avaliação do nível de atividade física de indivíduos saudáveis, em qualquer faixa etária, e de indivíduos com algum grau de disfunção. Ele foi originalmente desenvolvido para avaliação de pacientes com DPOC submetidos a PRP e os seus itens representam atividades rotineiras dispostas em ordem crescente de custo energético em Mets. Os itens de menor numeração demandam menor gasto energético e os de numeração mais alta maior gasto energético. O item com o mais alto dispêndio de energia é considerado como o mais representativo do nível de atividade máxima do indivíduo, pois sua correlação com o consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2m\acute{a}x}$ ), uma medida objetiva do consumo máximo de oxigênio, foi ótima ( $R=0,83$ )<sup>93,94</sup>. Para cada um dos itens do questionário

existem três possíveis respostas: “ainda faço”, “parei de fazer” ou “nunca fiz”. Com base em cada resposta, calculam-se os escores primários, sendo estes, o escore máximo de atividade (EMA) e o escore ajustado de atividade (EAA). Com base no escore EAA, o indivíduo é classificado como debilitado ( $EAA < 53$ ), moderadamente ativo ( $EAA$  entre 53 e 74) ou ativo ( $EAA > 74$ )<sup>92</sup>. Uma vantagem do questionário é que as atividades que o indivíduo nunca fez não são pontuadas no escore geral do teste. Souza *et al.*<sup>95</sup> realizaram a adaptação transcultural do instrumento e avaliaram suas propriedades psicométricas em uma amostra de 230 idosos funcionalmente independentes e observaram que a versão brasileira do PAH, devido às características dos itens que o constituem, pode ser aplicada em indivíduos com níveis funcionais diferentes, desde muito baixos até muito altos, sem risco de “efeito teto”. Além disso, as autoras verificaram que o questionário demonstrou estabilidade nas respostas e permitiu a discriminação entre diferentes níveis de habilidade funcional. O PAH foi utilizado neste estudo para avaliar o nível de atividade física dos participantes.

#### **2.3.5.10 EPAP**

A EPAP (*Expiratory Positive Airway Pressure*, Vital Signs Inc., Totowa, NJ, USA) é o nome comercial de um dos recursos fisioterápicos bastante utilizado na prática clínica que fornece durante a expiração uma pressão positiva para a via aérea<sup>62,67</sup>. É composta por uma máscara ou bocal, uma válvula “T” unidirecional que promove um fluxo aéreo laminar e uma válvula com mola ou *Spring-Load*, que mantém a pressão positiva expiratória de modo seguro e estável. A função desta válvula é oferecer uma resistência linear, independente da posição do aparelho, ao ar que vai ser expirado<sup>66,67</sup>. Para a sua realização, o indivíduo deve estar sentado

confortavelmente e respirar espontaneamente. Pode se utilizada com máscara ou bucal. Quando a máscara é utilizada, a mesma deve ser bem ajustada sobre a boca e o nariz. E quando se opta pelo bucal, deve-se utilizar um clipe nasal para que a respiração no aparelho seja predominantemente oral, garantindo o correto funcionamento do mesmo. A FIG. 5 ilustra a EPAP utilizada neste estudo com seus componentes.

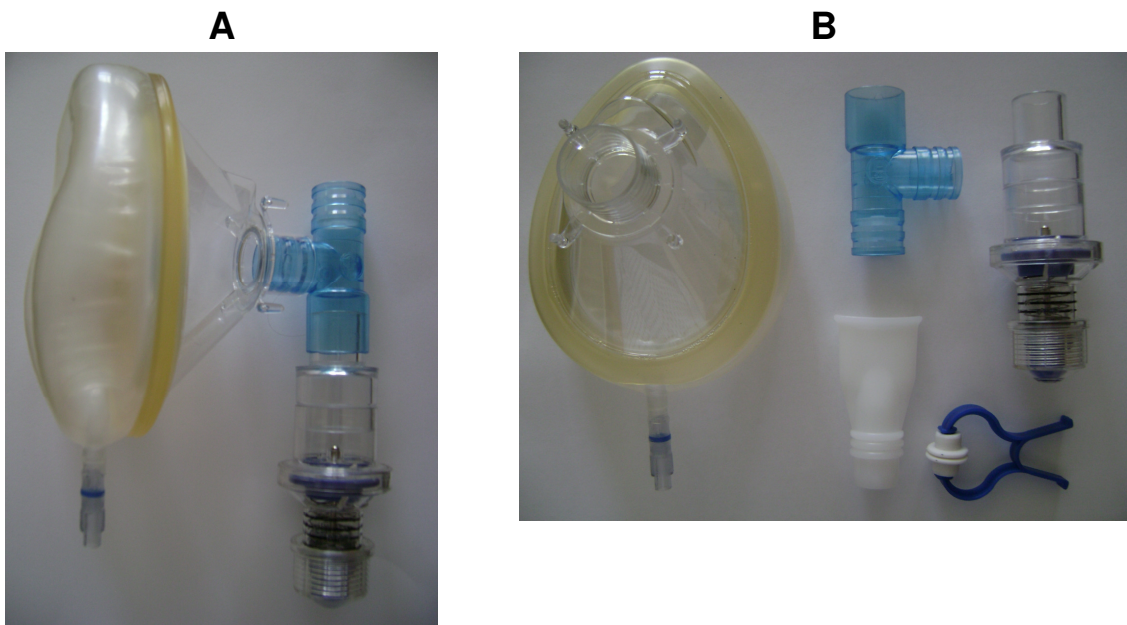


FIGURA 5 - Foto ilustrativa da EPAP. A: Aparelho montado com a máscara; B: Componentes do aparelho.

Este estudo optou pelo uso da máscara facial em função de dois fatores. O primeiro é de que como a máscara oferece vedação oral e nasal, evita-se vazamento de ar, garantindo-se o correto funcionamento do aparelho. O segundo motivo deve-se à dificuldade desses pacientes em manter a boca fechada durante demanda ventilatória aumentada, assim, a máscara proporciona maior conforto respiratório pelo fato de poderem respirar tanto pelo nariz quanto pela boca.

## 2.4 Variáveis do estudo

### 2.4.1 Para a caracterização e seleção da amostra

▶ Índice de Massa Corpórea (IMC): calculado pela razão entre massa corporal (Kg) e estatura (m) ao quadrado.

▶ Capacidade Vital Forçada (CVF): é o volume máximo de ar exalada forçadamente dos pulmões, após uma inspiração máxima, expressa em litros<sup>96,97</sup>. A CVF é uma variável fornecida por meio da prova de função pulmonar em manobra expiratória forçada<sup>96,97,98</sup>. A espirometria é considerada padrão-ouro para avaliação da função pulmonar<sup>96,97</sup>.

▶ Volume Expiratório Forçado no primeiro segundo (VEF<sub>1</sub>): é o volume de ar expirado no primeiro segundo da manobra de CVF expressa em litros. O VEF<sub>1</sub> é uma variável fornecida também pela espirometria<sup>96,97,98</sup>.

▶ Índice de Tiffeneau: é a relação entre o VEF<sub>1</sub> e a CVF<sup>82,96, 96,98</sup>.

▶ Escores de Atividade do PAH: existem dois valores de escores do questionário que classificam o nível de atividade física dos indivíduos: o máximo e o ajustado. O EMA corresponde à numeração da atividade com a mais alta demanda de oxigênio que o indivíduo “ainda faz”, não sendo necessário cálculo matemático. O EAA é calculado subtraindo-se do EMA o número de itens que o indivíduo “parou de fazer”, anteriores ao último que ele “ainda faz”<sup>95</sup>.

## 2.4.2 Para a avaliação das respostas cardiorrespiratórias, de tolerância ao exercício e da hiperinsuflação dinâmica

### 2.4.2.1 Variáveis primárias:

▶ Tempo de exercício: é o tempo máximo de exercício, obtido por meio de um teste de carga constante. Segundo O'Donnell *et al.*<sup>87</sup> o tempo de *endurance* durante um exercício submáximo na bicicleta é uma variável altamente reprodutível e responsiva a alterações em pacientes com DPOC. Neste estudo, o tempo de exercício considerado foi o cronometrado após 2 minutos de aquecimento com 15 watts até o exato momento em que o voluntário solicitou a interrupção do teste.

▶ Capacidade Inspiratória (CI): é o volume máximo de ar inspirado a partir do final de uma expiração espontânea em nível de CRF, correspondendo à soma dos volumes corrente e de reserva inspiratório<sup>98</sup>. Segundo Diaz *et al.*<sup>99</sup> em pacientes com limitação ao fluxo aéreo, a CI parece ser o melhor preditor de tolerância ao exercício, refletindo a presença de HD. Neste estudo, a CI foi determinada pela espirometria dinâmica por meio de um pneumotacógrafo calibrado.

▶ Saturação periférica de oxigênio (SpO<sub>2</sub>): infere a quantidade de oxigênio combinado à hemoglobina periféricamente.

▶ Dispneia: é o sintoma subjetivo de cansaço respiratório.

▶ Percepção de esforço em MMII: é o sintoma subjetivo de cansaço nos MMII.

### 2.4.2.2 Variáveis secundárias:

▶ Frequência respiratória (FR): número de incursões respiratórias por minuto.

▶ Frequência cardíaca (FC): número de batimentos cardíacos por minuto.



► Pressão arterial (PA): corresponde à pressão da artéria durante a sístole (PAS) e a diástole (PAD).

## 2.5 Protocolo experimental

As avaliações foram realizadas sempre pelos mesmos avaliadores, no mesmo período do dia, em três dias não consecutivos e com intervalo máximo de três dias entre eles. Para a realização dos testes, foi mantida uma temperatura ambiente de  $22\pm 2^{\circ}\text{C}^{100}$  obtida por meio de um ar condicionado (Carrier, Arlington, VA, USA). Antes da realização dos testes, todos os voluntários foram submetidos a uma técnica de desobstrução brônquica, independentemente da ausculta pulmonar. A técnica utilizada foi o Ciclo Ativo das Técnicas Respiratórias (CATR)<sup>101</sup>.

No primeiro dia de coleta foi realizado o teste incremental máximo limitado por sintomas no cicloergômetro para determinação da carga máxima de trabalho. O valor correspondente a 75% dessa carga máxima foi utilizado para a realização dos testes de carga constante nos dois dias posteriores<sup>38,43,102</sup>. Segundo estudo de Van't Hult *et al.*<sup>102</sup> este método é válido e confiável para avaliar o desempenho de indivíduos com DPOC em exercício de *endurance*. Os voluntários foram instruídos, nos dois dias de teste de carga constante, a pedalarem até o seu limite máximo, podendo interromper o exercício a qualquer momento.

Nos dois outros dias de coleta, intervenção e controle, os testes de carga constante foram realizados logo após o uso da máscara de EPAP para a determinação do tempo máximo de exercício na bicicleta ergométrica. A etapa controle foi realizada por meio de uma válvula sem mola, de modo que a EPAP não fornecesse pressão positiva expiratória. A FIG. 6 mostra o dispositivo utilizado e, neste estudo, denominado placebo. Os pacientes estavam cegados em relação aos

recursos utilizados e a ordem de utilização dos mesmos foi randomizada por meio de sorteio com envelopes lacrados.



FIGURA 6 - A: Foto ilustrativa das válvulas *spring-load*. A da esquerda mostra a válvula com mola (apontada pela seta); a da direita mostra a válvula sem a mola. B: Outra visão da válvula sem mola (placebo).

Durante os três testes, a Escala de Borg foi posicionada bem em frente da bicicleta, na altura da visão do voluntário, o qual indicou com o dedo o número correspondente à sua percepção da dispnéia e do cansaço nas pernas. O oxímetro de pulso foi acoplado ao dedo indicador do membro superior direito e o esfigmomanômetro no membro superior esquerdo. Todos os testes ocorreram sem incentivo do pesquisador. Durante os testes de carga constante também foi avaliado o desenvolvimento da HD por meio das manobras da CI em tempo real a cada 2 minutos<sup>16,28,29,38</sup>. Durante todo o período de coleta, os pacientes mantiveram sua medicação usual. A visão geral do protocolo experimental está ilustrada na FIG. 7.

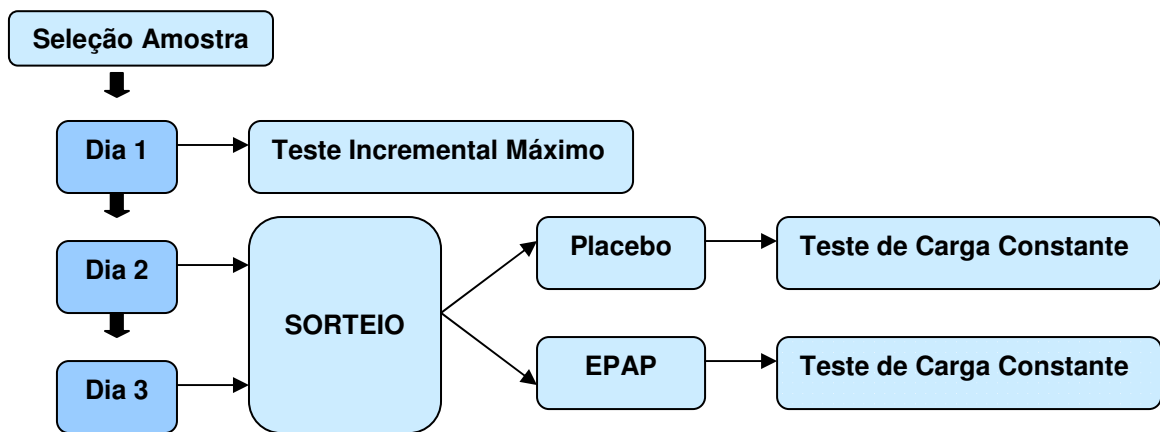


FIGURA 7 - Fluxograma destacando os procedimentos do protocolo experimental.

### 2.5.1 Teste incremental máximo (Dia 1)

Todos os participantes foram orientados previamente a utilizarem vestimentas leves que não limitassem os seus movimentos e calçados fechados e confortáveis que não dificultassem a pedalagem no cicloergômetro. Antes da realização do teste incremental máximo, os voluntários foram esclarecidos sobre o estudo e familiarizados quanto à instrumentação utilizada, especialmente com o cicloergômetro. Os dados pessoais dos participantes, história atual e progressão foram coletados. Os dados referentes à espirometria basal dos pacientes provenientes do serviço de pneumologia foram verificados anteriormente para identificação do grau de severidade da doença. A prova de função pulmonar foi expedido pelo Laboratório de Função Pulmonar do HC/UFMG. Aqueles provenientes da comunidade e que não possuíam exame espirométrico recente (até 01 ano) foram encaminhados a um serviço particular para a realização do mesmo antes de serem submetidos ao teste máximo.

Após entrevista, foram mensurados o peso e a altura para determinação do IMC, os dados vitais em repouso e realizada a ausculta respiratória (AR). Os

participantes somente leram e assinaram o TCLE, se esses critérios de inclusão bem como os demais fossem preenchidos. Todos esses dados foram registrados em ficha de avaliação específica (APÊNDICE 2). Em seguida, o participante respondeu ao questionário PAH. Finalmente, após sessão de desobstrução brônquica, os participantes foram encaminhados ao local de teste e instruídos quanto à escala de Borg.

Durante a realização do teste máximo, a atividade eletrocardiográfica foi monitorada continuamente por um profissional qualificado. O laboratório possui um cardioversor, bala de oxigênio e medicamentos que são checados regularmente, antes da realização do teste, de modo a oferecer segurança e suporte de emergência ao voluntário caso necessário. A altura do selim foi ajustada individualmente em ortostatismo, tendo como referência a crista ilíaca de cada voluntário. Todos foram orientados a segurarem o guidão suavemente, evitando-se contrações isométricas dos membros superiores, e a pedalam durante todo o teste com uma cadência de  $60 \pm 5$  rpm (rotações por minuto)<sup>27,45</sup>. Os estágios do protocolo do teste incremental máximo seguiu a seguinte ordem: 1) dois minutos de repouso sobre o cicloergômetro; 2) um minuto de pedalagem com a carga basal da bicicleta correspondente a 15 watts; 3) incremento de 10 watts a cada minuto até a interrupção do teste pelo participante<sup>38</sup>; 4) dois minutos de pedalagem com 15 watts, para recuperação. Os seguintes critérios foram considerados para a interrupção do teste: 1) se o voluntário não conseguisse mais manter o esforço por dispnéia (sintoma-limitante); 2) se apresentasse um dos critérios propostos pela ATS/ACCP (ANEXO E)<sup>86</sup>, exceto a SpO<sub>2</sub>, tolerada até o mínimo de 85%.

A PA, a dispnéia e a percepção de esforço para MMII foram mensuradas a cada 3 minutos e a FC e a SpO<sub>2</sub> foram monitoradas continuamente, com registros a

cada 1 minuto. O motivo da interrupção do teste foi registrado. Todas as variáveis também foram medidas novamente após 5 minutos do término do teste e os dados anotados em formulário específico (APÊNDICE 3). Nesse mesmo dia, também foram realizados o sorteio da ordem dos protocolos dos outros dois dias de teste, bem como a familiarização do participante com a máscara da EPAP e com a máscara da espirometria. A FIG. 8 resume os procedimentos realizados neste dia.

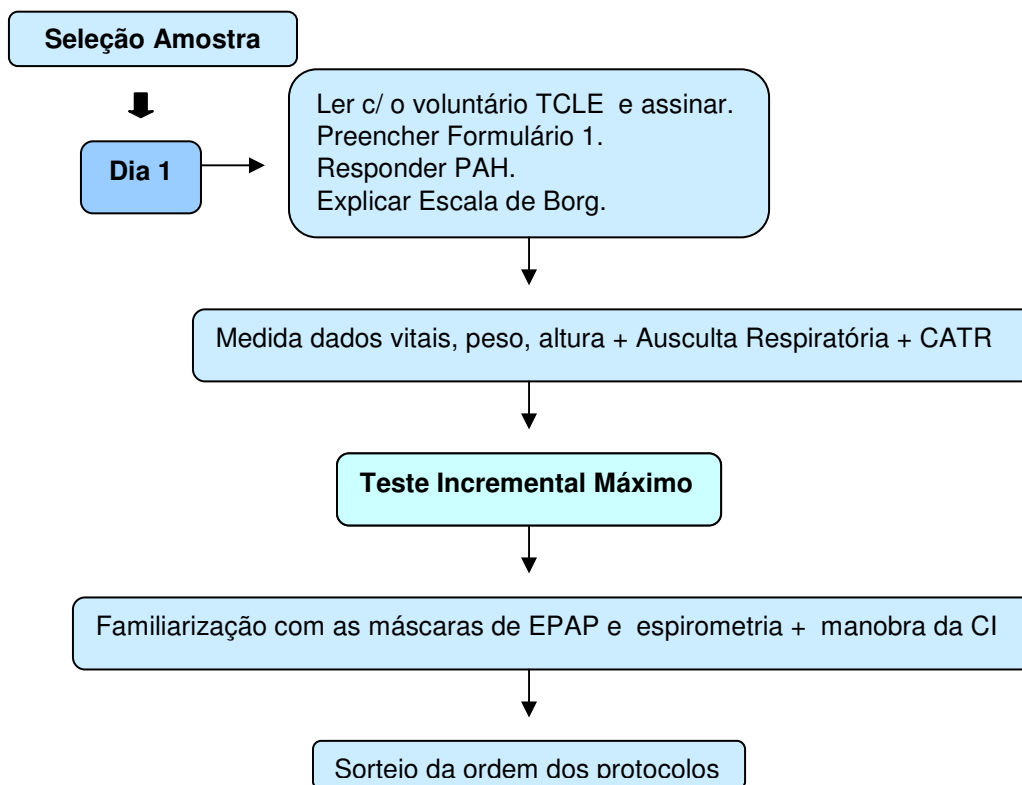


FIGURA 8 - Fluxograma destacando os procedimentos realizados no Dia 1.

### 2.5.2 Intervenção com EPAP- Dia 2 ou 3

Neste dia, assim que os pacientes chegavam ao laboratório eles eram convidados a permanecerem sentados por cerca de 5 minutos para a normalização dos dados vitais. Durante esse período de descanso, a calibração do pneumotacógrafo era realizada com ajuste dos dados da temperatura ambiente

( $22^{\circ}\text{C}\pm 2$ ), umidade relativa do ar (entre 50 e 70%) e pressão barométrica<sup>100,103</sup> para o registro espirométrico da CI realizado posteriormente. Após esse tempo de repouso, eram aferidos a PA, SpO<sub>2</sub>, FC e FR. Além disso, foram realizadas a AR, a mensuração da dispnéia e do nível de percepção de esforço para MMII naquele momento (APÊNDICE 4). Em seguida, a técnica de desobstrução brônquica foi realizada.

Logo após, os voluntários foram encaminhados ao cicloergômetro para se sentarem e realizarem, primeiramente, as manobras reprodutíveis da CI em repouso<sup>38</sup>. Após a colocação da máscara facial, sem vazamento de ar, e decorridos 2 minutos, eles foram instruídos a realizar, após 4 a 6 ciclos respiratórios em nível de CRF, uma inspiração máxima até CPT sob o comando “enche fundo” e, em seguida, uma expiração normal em nível de VC<sup>35,37,45</sup>. A FIG. 9 ilustra esta manobra. As manobras foram realizadas até que pelo menos três esforços reprodutíveis fossem registrados, ou seja, que as medidas tivessem uma variação igual ou inferior a 10% do maior valor aceitável<sup>45</sup>. Houve um intervalo de um minuto entre as medidas e o maior valor entre as manobras reprodutíveis foi selecionado para análise e denominado “CI basal” ou “CI antes da EPAP”<sup>35,45</sup>. Esse procedimento também foi realizado como forma de treinamento, de modo a se obter valores de CI acurados e reprodutíveis que assegurassem a obtenção de valores de CI confiáveis durante o exercício.

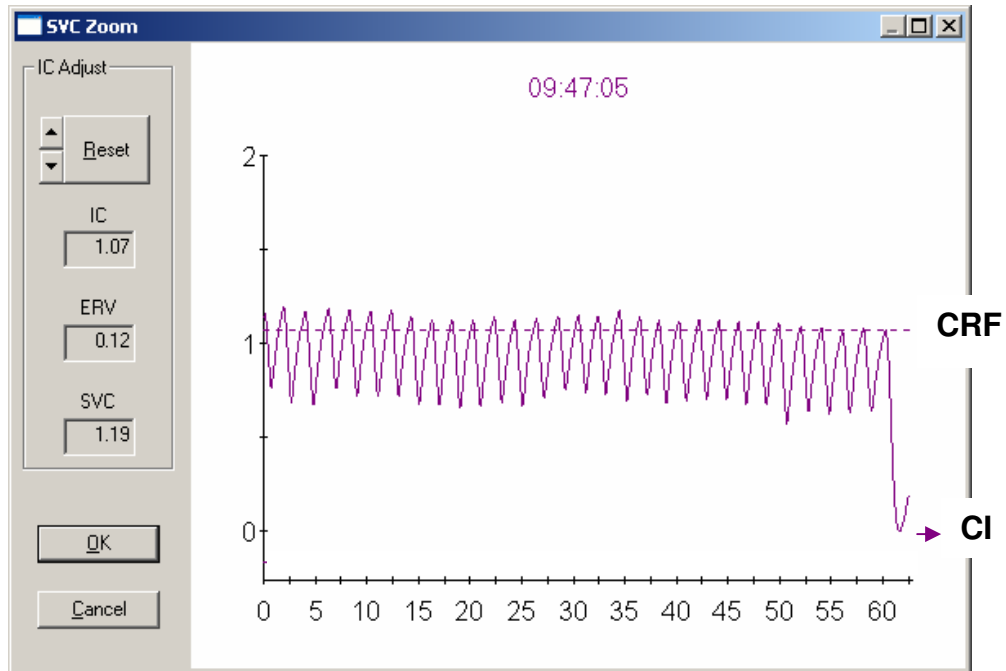


FIGURA 9 - Tela ilustrativa de uma manobra da CI. CRF: capacidade residual funcional; CI: capacidade inspiratória.

Em seguida, os participantes foram sentados em uma cadeira em frente a uma mesa, com 90° de flexão de joelhos e quadril e pés apoiados firmemente no chão. Nessa posição, eles seguravam a máscara de EPAP com as mãos, apoiando os cotovelos sobre a mesa<sup>104</sup>. A FIG. 10 ilustra este posicionamento. Os voluntários foram instruídos a respirarem normalmente utilizando o nariz e/ou boca durante 15 minutos com uma pressão positiva expiratória de 5 cmH<sub>2</sub>O<sup>55,59</sup>. Este valor de pressão foi escolhido primeiro, por ser a pressão oral média gerada durante a expiração quando o indivíduo com DPOC realiza expiração com freio labial<sup>105</sup> e, segundo, para fins de comparações entre os estudos encontrados na literatura. A mensuração da SpO<sub>2</sub> e da FC foi realizada de forma contínua durante a realização da EPAP e, ao seu término, foram aferidos novamente todos os dados vitais, bem como a dispnéia e o nível de percepção de esforço para MMII.



FIGURA 10 - Ilustração do correto posicionamento do paciente durante a realização da intervenção.

Após a realização da intervenção com EPAP, os voluntários eram novamente posicionados no cicloergômetro e, após 2 minutos, realizavam uma manobra da CI em repouso. Essa medida foi comparada com o maior valor obtido da CI entre as manobras reproduzíveis, ou seja, comparou-se a CI nos momentos antes e após o uso de EPAP. Em seguida, eles realizavam um aquecimento de 2 minutos com 15 watts seguido pelo teste de carga constante com a carga alvo pré-estabelecida. As variáveis FC e SpO<sub>2</sub> foram mensuradas a cada 2 minutos. Já a PA, dispnéia e cansaço das pernas a cada 4 minutos. O teste era interrompido quando o paciente solicitava ou se fossem alcançados os critérios de interrupção do teste incremental máximo. A duração máxima do teste na bicicleta ergométrica foi estipulada em 60 minutos. Na fase seguinte, a de recuperação, os participantes pedalavam com uma carga de 15 watts. O motivo da interrupção do teste foi registrado no mesmo



formulário em que todos os outros dados deste teste também foram anotados (APÊNDICE 5). A manobra da CI também foi realizada a cada 2 minutos durante o exercício até o momento da interrupção do mesmo<sup>34,38</sup> e, novamente, após os 2 minutos de recuperação. Estas manobras eram realizadas dentro de um período de 20 segundos no final do segundo minuto. Desta forma, para a análise da CI, distinguimos cinco momentos diferentes em que a manobra de CI foi executada bem como denominações distintas de acordo com a estatística realizada: 1º) manobras reprodutíveis imediatamente antes da realização da EPAP, momento denominado “CI basal” ou “CI antes da EPAP”; 2º) aproximadamente 2 minutos após a realização da EPAP, momento denominado “CI antes do exercício” ou “CI após EPAP”; 3º) a cada 2 minutos durante o teste de carga constante; 4º) imediatamente após a interrupção do teste, momento denominado “CI após o exercício” e 5º) após os 2 minutos de recuperação, momento denominado “CI recuperação”. O tempo de teste foi cronometrado ao final dos 2 minutos de aquecimento até a interrupção do teste, que era sinalizado com a mão pelo participante.

### **2.5.3 Controle com placebo - Dia 2 ou 3**

Foram mantidos os mesmos passos descritos anteriormente. Entretanto, foi utilizada a válvula placebo durante igual período de tempo de 15 minutos. Os momentos em que as manobras de CI foram realizadas receberam a mesma denominação com exceção para as manobras reprodutíveis realizadas imediatamente antes do placebo, momento denominado “CI basal” ou “CI antes do placebo” e para as manobras realizadas aproximadamente 2 minutos após uso de placebo, momento denominado “CI após placebo” ou “CI antes do exercício”. A FIG. 11 ilustra as atividades realizadas nos dois últimos dias de teste.

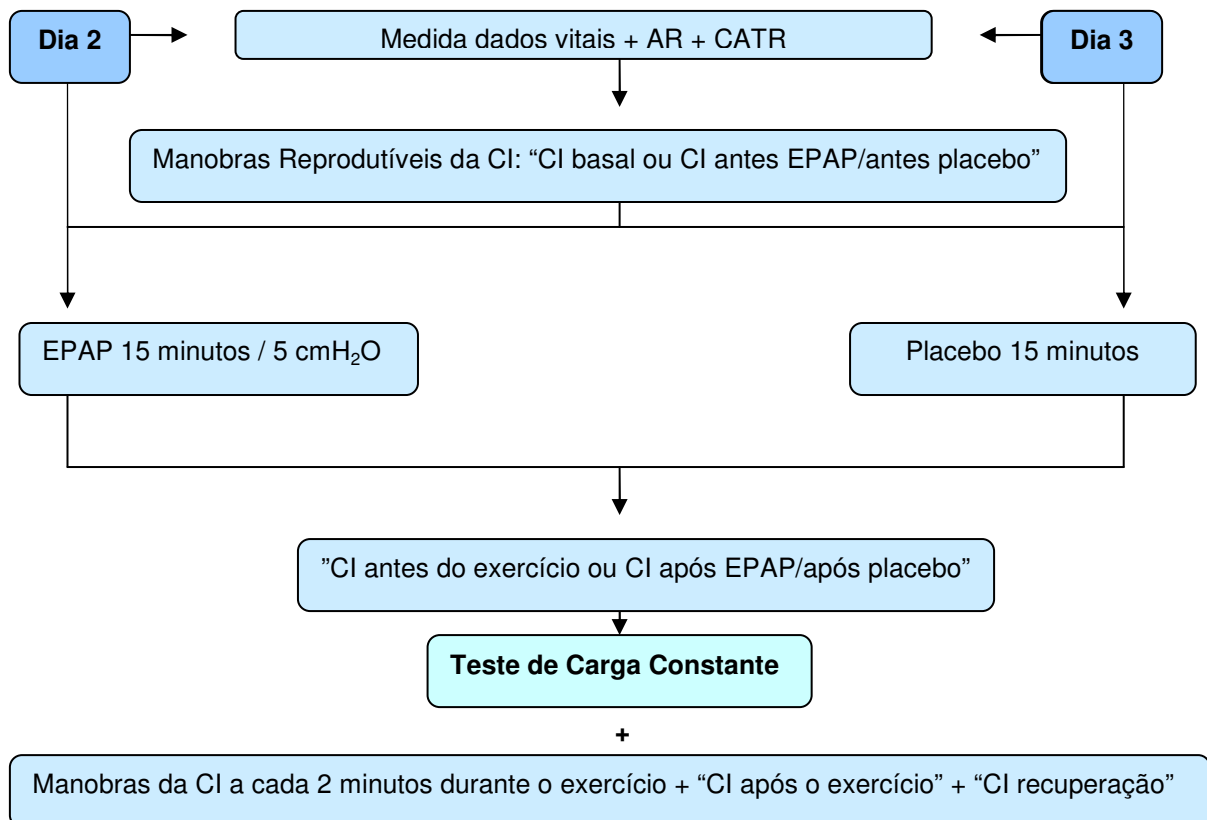


FIGURA 11 - Fluxograma destacando os procedimentos realizados nos dois últimos dias de coleta.

## 2.6 Cálculo amostral

Participaram do presente estudo 12 pacientes a partir de cálculo amostral realizado com as variáveis de maior interesse da pesquisa: tempo e capacidade inspiratória. O cálculo da amostra foi realizado utilizando-se a seguinte fórmula:  $n = (z_{\alpha})^2 \times (s)^2 / (d)^2$ ; onde "n" é o número de indivíduos, " $z_{\alpha}$ " é o dado para alfa, "s" é o desvio padrão da variável e "d" é a diferença a ser detectada<sup>106</sup>. Para a variável tempo, foram utilizados os dados obtidos no estudo de O'Donnell *et al.*<sup>37</sup> que obtiveram um valor do erro combinado oferecido de 9% e um valor de 32% para a diferença a ser detectada. A partir do erro combinado calculou-se o valor do desvio padrão de 48,52. Assim, baseando-se nesses resultados e num valor de  $z_{\alpha} = 1,96$  (95% de confiança desejada) foi encontrado um n de 9 indivíduos. Para o cálculo do

tamanho amostral em relação a variável capacidade inspiratória utilizou-se o dado da diferença a ser detectada do mesmo estudo de O'Donnell *et al.*<sup>37</sup> que considera o valor de 300 mL. Já o desvio padrão originou-se do estudo piloto realizado com os oito primeiros participantes. Utilizou-se o maior valor de desvio padrão encontrado neste estudo piloto com valor igual a 517 mL. Da mesma forma, a partir desses valores e de um valor de  $z_{\alpha} = 1,96$  também foi encontrado um  $n$  amostral de 12 indivíduos. Portanto, de acordo com os cálculos apresentados acima seriam necessários 12 pacientes considerando-se um nível de significância de 5% e um poder estatístico de 80%.

## 2.7 Análise estatística

A análise da distribuição dos dados foi realizada pelo teste Kolmogorov-Smirnov, tendo sido observada distribuição normal das variáveis dependentes do estudo. Em todos os testes estatísticos o nível de significância foi previamente fixado em 0,05. Os dados foram apresentados como média e desvio-padrão. Para a avaliação da diferença do tempo de exercício após o uso de EPAP ou placebo e da CI antes e após o uso de EPAP foi utilizado o teste *t de Student* para medidas pareadas. Para análise das demais variáveis, foi utilizada análise de variância (ANOVA) mista para medidas repetidas, considerando como fatores a intervenção (EPAP x placebo) e os diferentes momentos, seguida do teste de diferença mínima significativa (ou do inglês *Least Significance Difference*, LSD). O pacote estatístico *Statistical Package for Social Sciences* (SPSS 16.0, Chicago, IL, USA) foi utilizado para a preparação do banco de dados assim como para a análise estatística em ambiente *Windows*.

### Capítulo 3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. MENEZES, A. M. B. *et al.* Prevalence of chronic obstructive pulmonary disease and associated factors: the PLATINO study in São Paulo, Brazil. *Cad Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 21, n. 5, p. 1565-1573, set.-out. 2005.
2. SOCIEDADE BRASILEIRA DE PNEUMOLOGIA E TISIOLOGIA. II Consenso brasileiro sobre doença pulmonar obstrutiva crônica – DPOC – 2004. *J Bras Pneumol*, Brasília, v. 30, supl. 5, p. S1-S42, nov. 2004.
3. PAUWELS R. A. *et al.* Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease: national heart, lung, and blood institute and world health organization global initiative for chronic obstructive lung disease (GOLD): executive summary. *Respir Care*, Philadelphia, v. 46, n. 8, p. 798-782, aug. 2001.
4. SOCIEDADE BRASILEIRA DE PNEUMOLOGIA E TISIOLOGIA. Diretrizes para a cessação do tabagismo. *J Bras Pneumol*, Brasília, v. 30, n. 2, p.1-76, mar-abr. 2004.
5. GLOBAL INITIATIVE FOR CHRONIC OBSTRUCTIVE LUNG DISEASE. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease update 2008. Disponível em: <http://www.goldcopd.org/Guidelineitem.asp?l1=2&l2=1&intId=2003>. Acesso em: 15 mar. 2009.
6. CELLI, B. R. *et al.* Standards for the diagnosis and treatment of patients with COPD: a summary of the ATS/ERS position paper. *Eur Respir J*, Copenhagen, v. 23, n. 6, p. 932-946, june 2004.
7. ROCHESTER, C. L. Exercise training in chronic obstructive pulmonary disease. *J Rehabil Res Dev*, Washington, v. 40, n. 5, supl. 2, p. 59-80, sept-oct. 2003.
8. AMERICAN THORACIC SOCIETY/EUROPEAN RESPIRATORY SOCIETY. ATS/ERS Statement on pulmonary rehabilitation. *Am J Respir Crit Care Med*, New York, v. 173, n. 12, p.1390-1413, june 2006.
9. DOURADO, V. Z. *et al.* Manifestações sistêmicas na doença pulmonar obstrutiva crônica. *J Bras Pneumol*, Brasília, v. 32, n. 2, p. 161-71, mar-abr. 2006.
10. GOSELINK, R.; TROOSTERS T.; DECRAMER, M. Exercise training in COPD patients: the basic questions. *Eur Respir J*, Copenhagen, v. 10, n. 12, p. 2884–2891, dec. 1997.
11. AMERICAN COLLEGE OF CHEST PHYSICIANS/ AMERICAN ASSOCIATION OF CARDIOVASCULAR AND PULMONARY REHABILITATION. Pulmonary rehabilitation. Joint ACCP/AACVPR evidence-based guidelines. ACCP/AACVPR Pulmonary rehabilitation guidelines panel. *Chest*, Chicago, v. 131, n. 5, p. 4S-42S, may 2007.

12. CASABURI, R. *et al.* Improvement in exercise tolerance with the combination of tiotropium and pulmonary rehabilitation in patients with COPD. *Chest*, Chicago, v. 127, n. 3, p. 809-817, mar. 2005.
13. LACASSE, Y. *et al.* Meta-analysis of respiratory rehabilitation in chronic obstructive pulmonary disease. A Cochrane systematic review. *Eura Medicophys*, Torino, v. 43, n. 4, p. 475-485, dec. 2007.
14. CELLI, B. R. Pulmonary rehabilitation in patients with COPD. *Am J Respir Crit Care Med*, New York, v. 152, n. 3, p. 861-864, sept. 1995.
15. TROOSTERS, T. Pulmonary rehabilitation in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*, New York, v. 172, n. 1, p. 19-38, july 2005.
16. O'DONNELL, D. E.; REVILL, S. M.; WEBB, K. A. Dynamic hyperinflation and exercise intolerance in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*, New York, v. 164, n. 5, p. 770-777, sept. 2001.
17. RENNARD, S. I. Inflammation and repair processes in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*, New York, v. 160, n. 5, p. S12-S16, nov. 1999.
18. AMERICAN THORACIC SOCIETY/EUROPEAN RESPIRATORY SOCIETY STATEMENT. Skeletal muscle dysfunction in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*, New York, v. 159, n. 4, p. S1-S40, apr. 1999.
19. O'DONNELL, D. E.; LAVENEZIANA, P. Physiology and consequences of lung hyperinflation in COPD. *Eur Respir Rev*, v. 15, n. 100, p. 61-67, dec. 2006.
20. CASANOVA, C. *et al.* Inspiratory-to-total lung capacity ratio predicts mortality in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*, New York, v. 171, n. 6, p. 591-597, mar. 2005.
21. REID, W. D.; SAMRAI, B. Respiratory muscle training for patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Phys Ther*, Albany, v. 75, n. 11, p. 996-1005, nov. 1995.
22. POLKEY, M. I. *et al.* Inspiratory pressure support prolongs exercise induced lactaemia in severe COPD. *Thorax*, London, v. 55, n. 7, p. 547-549, july 2000.
23. O'DONNELL, D. E. *et al.* Effect of dynamic airway compression on breathing pattern and respiratory sensation in severe chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Respir Dis*, Baltimore, v. 135, n. 4, p. 912-918, apr. 1987.
24. HYATT, R. E. Expiratory flow limitation. *J Appl Physiol*, Washington, v. 55, n. 1, p. 1-7, july 1983.
25. YAN, S.; KAMINSKI, D.; SLIWINSKI, P. Reliability of inspiratory capacity for estimating end-expiratory lung volume changes during exercise in patients with

chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*, New York, v. 156, n. 1, p. 55-59, July 1997.

26. O'DONNELL, D. E.; REVILL, S. M.; WEBB, K. A. Exertional breathlessness in patients with chronic air flow limitation. The role of hyperinflation. *Am Rev Respir Dis*, Baltimore, v. 148, n. 5, p. 1351-1357, Nov. 1993.

27. ALIVERTI, A. *et al.* Effect of salbutamol on lung function and chest wall volumes at rest and during exercise in COPD. *Thorax*, London, v. 60, n. 11, p. 916-924, Nov. 2005.

28. VOGIATZIS, I. *et al.* Patterns of dynamic hyperinflation during exercise and recovery in patients with severe chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax*, London, v. 60, n. 9, p. 723-729, Sept. 2005.

29. ALIVERTI, A. *et al.* Regional chest wall volumes during exercise in chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax*, London, v. 59, n. 3, p. 210-216, Mar. 2004.

30. O'DONNELL, D. E. *et al.* Qualitative aspects of exertional breathlessness in chronic airflow limitation: pathophysiologic mechanisms. *Am J Respir Crit Care Med*, New York, v. 155, n. 1, p. 109-115, Jan. 1997.

31. SINDERBY, C. *et al.* Diaphragm Activation during Exercise in Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Am J Respir Crit Care Med*, New York, v. 163, n. 7, p. 1637-1641, June 2001.

32. O'DONNELL, D. E. *et al.* Exercise hypercapnia in advanced chronic obstructive pulmonary disease. The role of lung hyperinflation. *Am J Respir Crit Care Med*, New York, v. 166, n. 5, p. 663-668, Sept. 2002.

33. MONTES DE OCA, M.; RASSULO, J.; CELLI, B. R. Respiratory muscle and cardiopulmonary function during exercise in very severe COPD. *Am J Respir Crit Care Med*, New York, v. 154, n. 5, p. 1284-1289, Nov. 1996.

34. O'DONNELL, D. E.; WEBB, K. A. Exertional breathlessness in patients with chronic airflow limitation. The role of lung hyperinflation. *Am Rev Respir Dis*, Baltimore, v. 148, n. 5, p. 1351-57, Nov. 1993.

35. MARIN, J. M. *et al.* Inspiratory capacity, dynamic hyperinflation, breathlessness, and exercise performance during the 6-minute-walk test in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*, New York, v. 163, n. 6, p. 1395-1399, May 2001.

36. O'DONNELL, D. E. *et al.* Reproducibility of measurements in inspiratory capacity, dyspnea intensity and exercise endurance in multicentre trials in COPD. *Eur Respir J*, Copenhagen, v. 24, p. 323S, 2004.

37. O'DONNELL, D. E.; LAM, M.; WEBB, K. A. Measurement of symptoms, lung hyperinflation, and endurance during exercise in chronic obstructive pulmonary

disease. *Am J Respir Crit Care Med*, New York, v. 158, n. 5, p. 1557-1565, nov. 1998.

38. PORSZASZ, J., *et al.* Exercise training decreases ventilatory requirements and exercise-induced hyperinflation at submaximal intensities in patients with COPD. *Chest*, Chicago, v. 128, n.4, p. 2025-2034, oct. 2005.

39. MARCINIUK, D. D. *et al.* Lung volumes and expiratory flow limitation during exercise in interstitial lung disease. *J Appl Physiol*, Washington, v. 77, n. 2, p. 963–973, aug. 1994.

40. YOUNES, M.; KIVINEN, G. Respiratory mechanics and breathing pattern during and following maximal exercise. *J Appl Physiol*, Washington, v. 57, n. 6, p. 1773–1782, dec. 1984.

41. STUBBING, D. G. *et al.* Pulmonary mechanics during exercise in subjects with chronic airflow obstruction. *J Appl Physiol*, Washington, v. 49, n. 3, p. 511–515, sept. 1980.

42. MALTAIS, F. *et al.* Improvements in symptom-limited exercise performance over 8 h with once-daily tiotropium in patients with COPD. *Chest*, Chicago, v. 128, n. 3, p. 1168-1178, sept. 2005.

43. O'DONNELL, D. E. *et al.* Effects of tiotropium on lung hyperinflation, dyspnoea and exercise tolerance in COPD. *Eur Respir J*, Copenhagen, v. 23, n. 6, p. 832-840, june 2004.

44. CASABURI, R.; PORSZASZ, J. Reduction of hyperinflation by pharmacologic and other interventions. *Proc Am Thorac Soc*, New York, v. 3, n. 2, p. 185–189, apr. 2006.

45. NEDER, J. A. *et al.* Effects of formoterol on exercise tolerance in severely disabled patients with COPD. *Respir Med*, London, v. 101, n. 10, p. 2056–2064, oct. 2007.

46. CASABURI, R. *et al.* Improvement in exercise tolerance with the combination of tiotropium and pulmonary rehabilitation in patients with COPD. *Chest*, Chicago, v. 127, n. 3, p. 809-817, mar. 2005.

47. AMBROSINO, N.; STRAMBI, S. New strategies to improve exercise tolerance in chronic obstructive pulmonary disease. *Eur Respir J*, Copenhagen, v. 24, n. 2, p. 313-322, aug. 2004.

48. MAN, W. D. *et al.* Effect of salmeterol on respiratory muscle activity during exercise in poorly reversible COPD. *Thorax*, London, v. 59, n. 6, p. 471–6, june 2004.

49. CELLI, B. Improvement in resting inspiratory capacity and hyperinflation with tiotropium in COPD patients with increased static lung volumes. *Chest*, Chicago, v. 124, n. 5, p. 1743-1748, nov. 2003.

50. AALBERS, A. *et al.* Formoterol in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a randomized, controlled, 3-month trial. *Eur Respir J*, Copenhagen, v. 19, n. 5, p. 936–943, may 2002.
51. DULLINGER D.; KRONENBERG, R.; NIEWOEHNER, D. E. Efficacy of inhaled metaproterenol and orally-administered theophylline in patients with chronic airflow obstruction. *Chest*, Chicago, v. 89, n. 2, p. 171–173, feb. 1986.
52. MAHLER D. A. *et al.* Sustained-release theophylline reduces dyspnea in nonreversible obstructive airway disease. *Am Rev Respir Dis*, Baltimore, v. 131, n. 1, p. 22–25, jan. 1985.
53. EATON M. L. *et al.* Effects of theophylline on breathlessness and exercise tolerance in patients with chronic airflow obstruction. *Chest*, Chicago, v. 82, n. 5, p. 538–542, nov. 1982.
54. LIESKER, J. J. W. *et al.* A systematic review of the effects of bronchodilators on exercise capacity in patients with COPD. *Chest*, Chicago, v. 121, n. 2, p. 597–608, feb. 2002.
55. PALANGE, P. *et al.* Effect of heliox on lung dynamic hyperinflation, dyspnea, and exercise endurance capacity in COPD patients. *J Appl Physiol*, Washington, v. 97, p. 1637-1642, july 2004.
56. AMBROSINO, N. *et al.* Developing concepts in the pulmonary rehabilitation of COPD. *Respir Med*, London, v. 102, suppl. 1, p. S17-S26, june 2008.
57. FAAGER, G.; STÂHLE, A.; LARSEN, F. F. Influence of spontaneous pursed lips breathing on walking endurance and oxygen saturation in patients with moderate to severe chronic obstructive pulmonary disease. *Clin Rehabil*, London, v. 22, n. 8, p. 675-683, aug. 2008.
58. ZAGER, M. *Uso do EPAP melhora a tolerância ao esforço em indivíduos com limitação ao fluxo aéreo.* 2007. 79 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Movimento Humano) – Centro de Ciências da Saúde e do Esporte, Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.
59. GARROD, R. *et al.* An evaluation of the acute impact of pursed lips breathing on walking distance in nonspontaneous pursed lips breathing chronic obstructive pulmonary disease patients. *Chron Respir Dis*, London, v. 2, n. 2, p. 67-72, 2005.
60. SPAHIJA, J.; MARCHIE, M.; GRASSINO, A. Effects of imposed pursed-lips breathing on respiratory mechanics and dyspnea at rest and during exercise in COPD. *Chest*, Chicago, v. 128, n. 2, p. 640-650, aug. 2005.
61. VAN DER SCHANS, C. P. *et al.* Effects of positive expiratory pressure breathing during exercise in patients with COPD. *Chest*, v. 105, n. 3, p. 782-789, mar. 1994.
62. AMERICAN ASSOCIATION FOR RESPIRATORY CARE. AARC clinical practice guideline. Use of positive airway pressure adjuncts to bronchial hygiene therapy.



American Association for Respiratory Care. *Respir Care*, Philadelphia, v. 38, n. 5, p. 516-521, may 1993.

63. ISLEY, J. K. Bronchial behavior in pulmonary emphysema and in bronchiectasis. *Am J Roentgenol*, Springfield, v. 87, p. 853-858, 1962.

64. PEDERSEN, O. F.; NIELSEN, T. M. The critical pressure of the airway. *Acta Physiol Scand*, Stockholm, v. 97, n. 4, p. 426-46, aug. 1976.

65. INGRAM, R. H.; SCHILDER, D. P. Effect of pursed lips expiration on the pulmonary pressure-flow relationship in obstructive lung disease. *Am Rev Respir Dis*, Baltimore, v. 96, n. 3, p. 381-388, sept. 1967.

66. ANDERSEN, J. B.; QVIST, J.; KANN, T. Recruiting collapsed lung through collateral channels with positive end-expiratory pressure. *Scand J Respir Dis*, Copenhagen, v. 60, n. 5, p. 260-266, oct. 1979.

67. FINK, J. B. Positive pressure techniques for airway clearance. *Respir Care*, Philadelphia, v. 47, n. 7, p. 786-796, july 2002.

68. WEST, J. B. Relações de ventilação-perfusão. In: WEST, J. B. *Fisiologia Respiratória Moderna*. 5. ed. São Paulo: Ed. Manole, cap. 5, p. 1-178.

69. FREGONEZI, G. A. F.; RESQUETI, V. R.; ROUS, R. G. Pursed lips breathing. *Arch Bronconeumo*, Madrid, v. 40, n. 6, p. 279-282, june 2004.

70. GOSSELINK, R. Controlled breathing and dyspnea in patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD). *J Rehabil Res Dev*, Washington, v. 40, n. 5, suppl. 2, p. 25-33, sept-oct. 2003.

71. SPAHIJA, J. A.; GRASSINO, A. Effects of pursed-lips breathing and expiratory resistive loading in healthy subjects. *J Appl Physiol*, Washington, v. 80, n. 5, p. 1772-1784, may 1996.

72. BORGHI-SILVA, A. *et al.* Efeitos agudos da aplicação do BIPAP sobre a tolerância ao exercício físico em pacientes com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC). *Rev Bras Fisioter*, São Carlos, v. 9, n. 3, p. 273-280, 2005.

73. HAWKINS, P. *et al.* Proportional assist ventilation as an aid to exercise training in severe chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax*, London, v. 57, n. 10, p. 853-859, oct. 2002.

74. OLIVEIRA-REZENDE, I. Effect of continuous positive airway pressure in pulmonary rehabilitation in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Respir Dis*, Baltimore, v. 159, n. 3, p. A313, 1999.

75. PETROF, B. J.; CALDERINI, E.; GOTTFRIED, S. B. Effect of CPAP on respiratory effort and dyspnea during exercise in severe COPD. *J Appl Physiol*, Washington, v. 69, n. 1, p. 179-188, july 1990.

76. SOARES, S. M. T. P. *et al.* Contínuos positive airway pressure increases inspiratory capacity of COPD patients. *Respirology*, Carlton, v. 13, n. 3, p. 387-393, may 2008.
77. WILLIAMS, M. T. Chest physiotherapy and cystic fibrosis. Why is the most effective form of treatment still unclear? *Chest*, Chicago, v. 106, n. 6, p. 1872-1882, dec. 1994.
78. VAN DER SCHANS, C. P. *et al.* Effect of positive expiratory pressure breathing in patients with cystic fibrosis. *Thorax*, London, v. 46, n. 4, p. 252-256, apr. 1991.
79. VAN HENGSTUM, M. *et al.* Effect of positive expiratory pressure mask physiotherapy (PEP) versus forced expiration technique (FET/PD) on regional lung clearance in chronic bronchitics. *Eur Respir J*, Copenhagen, v. 4, n. 6, p. 651-654, june 1991.
80. HOFMEYR, J. L.; WEBBER, B. A.; HODSON, M. E. Evaluation of positive expiratory pressure as an adjunct to chest physiotherapy in the treatment of cystic fibrosis. *Thorax*, London, v. 41, n. 12, p. 951-954, dec. 1986.
81. OLSEN, M. F.; WESTERDAHL, E. Positive expiratory in patients with chronic obstructive pulmonary disease – a systematic review. *Respiration*, Basel, 2008. Disponível em [www.karger.com/res](http://www.karger.com/res). Acesso em: 25 jan. 2009.
82. PEREIRA, C. A. C. *et al.* Valores de referência para a espirometria em uma amostra da população brasileira adulta. *J Bras Pneumol*, Brasília, v. 18, n. 1, p. 10-22, 1992.
83. AMERICAN THORACIC SOCIETY. Standards for the diagnosis and care of patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*, New York, v. 152, n. 5, p. S77-S121, nov. 1995.
84. GUELL R. *et al.* Rehabilitation of COPD: a randomized trial long-term effects of outpatient. *Chest*, Chicago, v. 117, n. 4, p. 976-983, apr. 2000.
85. PUENTE-MAESTU, L. Comparison of effects of supervised versus self-monitored training programmes in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Eur Respir J*, Copenhagen, v. 15, n. 3, p. 517-525, mar. 2000.
86. AMERICAN THORACIC SOCIETY/AMERICAN COLLEGE OF CHEST PHYSICIANS. ATS/ACCP Statement on cardiopulmonary exercise testing. *Am J Respir Crit Care Med*, New York, v. 167, n. 2, p. 211-277, jan. 2003.
87. YELDERMAN, M.; NEW, W. Evaluation of pulse oximetry. *Anesthesiology*, Philadelphia, v. 59, n. 4, p. 349-352, oct. 1983.
88. BORG, G. A. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc*, Madison, v. 14, n. 5, p. 377-381, 1982.
89. BORG, G. A. Perceived exertion. *Exerc. Sport Sci. Rev.*, v. 2, p. 131-153, 1974.

90. BORG, G. A. Administração das escalas de Borg. In: \_\_\_\_\_. *Escalas de Borg para a dor e o esforço percebido*. São Paulo: Manole, 2000. cap. 7, p. 49-57.
91. CULLEN, D. L.; RODAK, B. Clinical utility of measures of breathlessness. *Respir Care*, Philadelphia, v. 47, n. 9, p. 986-993, sept. 2002.
92. FIX, A. J.; DAUGHTON, D. M. *Human Activity Profile; Professional Manual*. Nebraska: Psychological Assessment Resources, 1988. 25 p.
93. DAUGHTON, D. *et al.* Relationship between a pulmonary function test (FEV1) and the adapt quality-of-life scale. *Percept Mot Skills*, Louisville, v. 57, n. 2, p. 359-362, oct. 1983.
94. DAUGHTON, D. M. *et al.* Maximum oxygen consumption and the ADAPT quality-of-life scale. *Arch Phys Med Rehabil*, Chicago, v. 63, n. 12, p. 620-622, dec. 1982.
95. SOUZA, A. C. *et al.* Adaptação transcultural e análise das propriedades psicométricas da versão brasileira do Perfil de Atividade Humana. *Cad Saúde Pública*, v. 22, n. 12, p. 2623-2636, dez. 2006.
96. PEREIRA, C.A.C. *et al.* I Consenso brasileiro sobre espirometria. *J Bras Pneumol*, Brasília, v. 22, n. 3, p. 105-164, mai-jun. 1996
97. PEREIRA, C.; NEDER, J. Diretrizes para teste de função pulmonar. *J Bras Pneumol*, Brasília, v. 28, supl. 3, p.1-82, 2002.
98. ZIN, W. A; ROCCO, P. R. M. Volumes e capacidades pulmonares, espaço morto e ventilação alveolar. In: AIRES, M. M. *Fisiologia*. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999. cap. 45, p. 507-513.
99. DIAZ, O. *et al.* Role of inspiratory capacity on exercise tolerance in COPD with and without tidal expiratory flow limitation at rest. *Eur Respir J*, Copenhagen, v. 16, n. 2, p. 269-275, aug. 2000.
100. YAZBEK, P. J. *et al.* Ergoespirometria. Teste de esforço cardiopulmonar, metodologia e interpretação. *Arq Bras Cardiol*, São Paulo, v. 71, n. 5, p. 719-724, nov. 1998.
101. LAPIN, C. D. Airway physiology, autogenic drainage, and active cycle of breathing. *Respir Care*, Philadelphia, v. 47, n.7, p. 778-785, july 2002.
102. VAN' T HUL, A.; GOSSELINK, R.; KWAKKEL, G. Constant-load cycle endurance performance. Test-retest reliability and validity in patients with COPD. *J Cardiolpulm Rehabil*, New York, v. 23, n. 2, p. 143-150, mar.-apr. 2003.
103. GUIMARÃES, J. I. *et al.* Normatização de técnicas e equipamentos para realização de exames em ergometria e ergoespirometria. *Arq Bras Cardiol*, São Paulo, v. 80, n. 5, p. 458-464, abr. 2003.

104. SEHLIN, M. *et al.* Physiological responses to positive expiratory pressure breathing: a comparison of the PEP bottle and the PEP mask. *Respir Care*, Philadelphia, v. 52, n. 8, p. 1000-1005, aug. 2007.
105. RODENSTEIN, D. O; STANESCU, D. C. Absence of nasal air flow during pursed lips breathing: the soft palate mechanism. *Am Rev Respir Dis*, Baltimore, v. 128, n. 4, p. 716-718, oct. 1983.
106. JEKEL, J. F.; ELMORE, J. G.; KATZ, D. L. Epidemiologia, bioestatística e medicina preventiva. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1999. cap. 12, p. 179-189.

**Capítulo 4 EFEITOS DA PRESSÃO POSITIVA EXPIRATÓRIA SOBRE A TOLERÂNCIA AO EXERCÍCIO E A HIPERINSUFLAÇÃO DINÂMICA EM PACIENTES COM DOENÇA PULMONAR OBSTRUTIVA CRÔNICA**

**EFFECTS OF POSITIVE EXPIRATORY PRESSURE ON EXERCISE TOLERANCE AND DINAMIC HYPERINFLATION IN PATIENTS WITH CHORNIC OBSTRUCTIVE PULMONARY DISEASE**

ARIANE FADUL DE CARVALHO REIS<sup>1</sup>, VERÔNICA FRANCO PARREIRA<sup>2</sup>, DANIELLE SOARES ROCHA VIEIRA<sup>3</sup>, FILIPE TADEU S. ATHAYDE<sup>4</sup>, DENISE GRANATA NOGUEIRA DE SOUSA<sup>5</sup>, RAQUEL RODRIGUES BRITTO<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação, UFMG, Belo Horizonte, MG, Brasil

<sup>2</sup> Professora, Ph.D., Departamento de Fisioterapia, UFMG, Belo Horizonte, MG, Brasil

<sup>3</sup> Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação, UFMG, Belo Horizonte, MG, Brasil

<sup>4</sup> Laboratório de Avaliação e Pesquisa em Desempenho Cardiorrespiratório, UFMG, Belo Horizonte, MG, Brasil

<sup>5</sup> Médica, Grupo Santa Casa de Belo Horizonte, MG, Brasil

**Endereço para correspondência:** Profa. Dra. Raquel Rodrigues Britto, Avenida Antônio Carlos, 6627, Departamento de Fisioterapia, UFMG, Campus Pampulha. CEP: 31.270.901 Fone/Fax: 31 3409-4783. [rbrito@ufmg.br](mailto:rbrito@ufmg.br)

**Suporte financeiro:** CNPq e FAPEMIG

## RESUMO

**Objetivo:** Avaliar os efeitos imediatos do uso prévio da pressão positiva expiratória (EPAP) na tolerância ao exercício e na hiperinsuflação dinâmica em indivíduos com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC), especificamente sobre o tempo de exercício, capacidade inspiratória (CI), dispnéia, cansaço de membros inferiores (MMII) e saturação periférica da hemoglobina em oxigênio (SpO<sub>2</sub>). **Métodos:** Estudo transversal, no qual 12 pacientes com diagnóstico de DPOC moderado a muito grave (GOLD), realizaram aleatoriamente dois testes de carga constante após uso de EPAP com 5 cmH<sub>2</sub>O durante 15 minutos ou placebo. Um teste incremental máximo em cicloergômetro foi realizado previamente para determinar a carga alvo no teste de *endurance*. As variáveis foram avaliadas em repouso, antes e após o uso de EPAP ou placebo, na interrupção do exercício e após recuperação. A CI foi avaliada também a cada 2 minutos durante o exercício. ANOVA mista para medidas repetidas e Teste t Student considerando  $p < 0,05$  foram utilizados. **Resultados:** O tempo de exercício foi maior após o uso de EPAP ( $p = 0,028$ ). Comparando-se antes e após o exercício, a CI não alterou após o uso de EPAP, mas reduziu ( $p = 0,02$ ) após o uso de placebo, entretanto sem diferença significativa entre as duas condições. Houve aumento significativo no Borg para dispnéia e MMII e diminuição significativa na SpO<sub>2</sub> após o exercício nas duas condições. **Conclusões:** o uso da EPAP em pacientes com DPOC de grau moderado a muito grave imediatamente antes do exercício melhora a tolerância ao esforço e pode contribuir para controlar a hiperinsuflação dinâmica.

**Descritores:** Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica; tolerância ao exercício; hiperinsuflação dinâmica; exercício.

## ABSTRACT

**Objective:** To evaluate the immediate effect of the previous use of expiratory positive airway pressure (EPAP) in the exercise tolerance and dynamic hyperinflation in individuals with Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD), specifically concerning time of exercise, inspiratory capacity (IC), dyspnea, lower limbs fatigue (LLF) and peripheral arterial oxygen saturation of hemoglobin (SpO<sub>2</sub>). **Methods:** Transversal study, enrolling 12 patients with the diagnosis of moderate to very severe COPD, undertook randomly two constant-load cycle tests after use of EPAP with 5 cmH<sub>2</sub>O or placebo during 15 minutes. A maximum incremental cycle ergometer test was carried through previously to determine the target load in the endurance test. The variables had been evaluated during rest, before and after the use of EPAP or placebo, in the interruption of the exercise and after recovery. The IC was also evaluated to each 2 minutes during the exercise. Mixed ANOVA for repeated measures and Test t Student considering p 0.05 were applied. **Results:** There was an increase in the exercise time after use of EPAP after EPAP (p=0,028). Comparing before and after the exercise, the CI did not modify after the EPAP but reduced (p=0,02) after, however without significant difference between the two conditions. Significant increase in the Borg for dyspnea and LLF and significant reduction in the SpO<sub>2</sub> were observed after the exercise in the two conditions. **Conclusions:** The use of EPAP in patients with moderate to very severe COPD immediately before the exercise improves the exercise tolerance and can contribute to the control of the dynamic hyperinflation.

**Keywords:** Chronic obstructive pulmonary disease; exercise tolerance; dynamic hyperinflation; exercise.

## Introdução

A doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) é um grave problema de saúde pública em diversos países do mundo<sup>1</sup>. Além da resposta inflamatória típica nos pulmões e da disfunção no transporte mucociliar, ocorrem alterações fisiológicas pulmonares e sistêmicas que contribuem para a limitação ao esforço, uma das manifestações mais preocupantes da DPOC<sup>2</sup>. Inicialmente, os indivíduos com DPOC têm sua capacidade física diminuída aos grandes esforços e com a progressão da doença, a limitação ao fluxo expiratório aparece mesmo em repouso na maioria dos pacientes, levando-os ao sedentarismo<sup>3</sup>. Portanto, esses indivíduos comumente se queixam de intolerância ao exercício, dispnéia e redução na qualidade de vida<sup>4</sup>.

Nos pacientes com limitação do fluxo aéreo, o aumento da demanda ventilatória durante a realização de exercício torna inevitável o progressivo aumento do aprisionamento aéreo e uma redução na capacidade inspiratória (CI), caracterizando a hiperinsuflação dinâmica (HD)<sup>3,5</sup>. Esse aumento característico no volume pulmonar expiratório final pode ser diminuído por intervenções que melhorem o fluxo aéreo durante a expiração ou que aumentem o tempo expiratório<sup>6</sup>.

Nesse sentido, várias abordagens terapêuticas tem sido propostas para reduzir a HD e otimizar a função ventilatória desses pacientes, especialmente durante a realização de atividades físicas, de modo que permita a sua realização com maiores intensidades e por um período de tempo longo o suficiente que leve a um treinamento significativamente efetivo. O uso da pressão positiva expiratória, como no exercício com freio labial e na ventilação não invasiva (VNI), é uma estratégia que vem sendo investigada com o propósito de promover esse aumento na tolerância ao exercício<sup>7,8</sup>. Essa terapia previne o colapso de vias aéreas instáveis durante a expiração, reduz o aprisionamento aéreo, aumenta a CRF nas áreas



hipoventiladas e melhora a relação ventilação/perfusão (V/Q) com diminuição do *shunt* intrapulmonar nos pacientes com DPOC. A pressão positiva expiratória aumenta o gradiente de pressão transpulmonar em função do aumento da pressão alveolar, rompendo a resistência da parede brônquica<sup>8,9</sup>.

Dentre as técnicas ou recursos que utilizam a pressão positiva expiratória, a EPAP (*Expiratory Positive Airway Pressure*) pode ser aplicada de modo seguro com o objetivo de reduzir o colapso alveolar e melhorar a ventilação pulmonar<sup>8,9</sup> devido à sua efetividade em diminuir a resistência pulmonar. Além de ser um instrumento portátil e confortável, a EPAP não requer uma fonte externa de gás pressurizado<sup>10</sup>, tem importante vantagem econômica perante outros aparelhos de VNI e é de fácil utilização, o que poderia proporcionar maior autonomia e independência ao indivíduo com DPOC perante seu tratamento.

No entanto, a EPAP vem sendo utilizada principalmente para promover a desobstrução brônquica<sup>11,12,13,14</sup> e a maioria dos estudos foram desenvolvidos em indivíduos com fibrose cística<sup>11,12,14</sup>. São escassos os estudos encontrados na literatura sobre a influência da EPAP na tolerância ao exercício em pacientes com DPOC<sup>7,8</sup>. Além disso, nenhum deles investigou sua influência sobre a HD, sabidamente relacionada à intolerância ao esforço. Nós hipotetizamos que a utilização da EPAP imediatamente antes do exercício aumentaria o tempo de exercício e contribuiria para controlar a HD em indivíduos com DPOC. Assim, o objetivo deste estudo é testar esta hipótese.

## **Métodos**

O tamanho da amostra foi definido com base nos dados obtidos sobre tempo de exercício e CI no estudo de O'Donnell *et al.*<sup>15</sup> O cálculo amostral indicou a necessidade de 12 indivíduos para se detectar diferença de 32% no tempo e de pelo

menos 300 mL na CI. Foram incluídos no estudo 12 pacientes com DPOC (GOLD II a IV). O diagnóstico de DPOC foi determinado com base em critérios já estabelecidos<sup>1</sup> de achados clínicos e espirométricos (volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF<sub>1</sub>) / capacidade vital forçada (CVF) < 70% e VEF<sub>1</sub> após o uso de broncodilatadores < 80%). Os critérios de inclusão foram: não apresentar história sugestiva de asma; encontrar-se clinicamente estável; ter idade entre 45 e 79 anos; tabagista ou ex-tabagista com história de tabagismo ≥ a 10 anos/maço; apresentar SpO<sub>2</sub> ≥ 90% em repouso; não necessitar de uso contínuo de oxigênio suplementar; não apresentar IMC abaixo de 18 Kg/m<sup>2</sup> ou acima de 30 Kg/m<sup>2</sup>; não apresentar desordens neuromusculares, ortopédicas, cardiovasculares e/ou metabólicas que pudessem impedir a realização dos testes; não apresentar diagnóstico de alguma doença pulmonar intersticial predominante ou história de pneumotórax e/ou hemoptise recentes. Todos os participantes assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido anterior a sua participação no estudo.

Foram realizados três testes de exercício em dias não consecutivos mantendo o uso regular das medicações, incluindo os broncodilatadores. O primeiro foi um teste incremental máximo limitado por sintomas em um cicloergômetro (*Ergo Cycle167, Pirmasens, Germany*) para determinação de 75% da carga máxima de trabalho a ser utilizada no teste de carga constante<sup>16,17,18</sup>. Durante a realização do teste máximo os participantes foram orientados a pedalar com uma cadência de 60 ± 5 rpm (rotações por minuto)<sup>19,20</sup>. Os estágios do protocolo do teste incremental máximo seguiram a seguinte ordem: 1) dois minutos de repouso sobre o cicloergômetro; 2) um minuto de pedalagem com a carga basal da bicicleta correspondente a 15 watts; 3) incremento de 10 watts a cada minuto até a interrupção do teste por solicitação do participante<sup>16</sup>; 4) dois minutos de pedalagem

com 15 watts, para recuperação. Os seguintes critérios foram considerados para a interrupção do teste: 1) se o voluntário não conseguisse mais manter o esforço por dispnéia (sintoma-limitante); 2) se apresentasse um dos critérios propostos pela ATS/ACC<sup>21</sup>, exceto a SpO<sub>2</sub>, tolerada até o mínimo de 85%. A PA, a dispnéia e a percepção de esforço para MMII foram mensuradas a cada 3 minutos e a SpO<sub>2</sub> foi monitorada continuamente, com registros a cada 1 minuto.

Nos outros dois dias de teste foram realizados, após o uso aleatório da máscara de EPAP (*Expiratory Positive Airway Pressure, Vital Signs Inc., Totowa, NJ, USA*) ou placebo, os testes de carga constante para a determinação do tempo máximo de exercício. Os participantes foram instruídos a pedalar até o seu esforço máximo. Antes da realização do teste de carga constante, os pacientes realizavam um aquecimento de 2 minutos com 15 watts. A SpO<sub>2</sub> foi mensurada a cada 2 minutos. Já a PA, dispnéia e cansaço das pernas a cada 6 minutos. O teste foi interrompido de acordo com os mesmos critérios de interrupção estabelecidos para o teste incremental máximo. A duração máxima do teste foi estipulada em 60 minutos.

Para a realização da intervenção, os participantes foram sentados em uma cadeira em frente a uma mesa, com 90° de flexão de joelhos e quadril e pés apoiados firmemente no chão. Nessa posição, eles seguravam a máscara de EPAP com as mãos, apoiando os cotovelos sobre a mesa<sup>22</sup>. Os voluntários foram instruídos a respirar normalmente utilizando o nariz e/ou boca durante 15 minutos com uma pressão positiva expiratória de 5 cmH<sub>2</sub>O<sup>7,8</sup>. A mensuração da SpO<sub>2</sub> foi realizada de forma contínua durante a realização da EPAP e, ao seu término, foram aferidos novamente todos os dados vitais, bem como a dispnéia e o nível de percepção de esforço para MMII. A etapa controle foi realizada por meio de uma

válvula sem mola (placebo), de modo que a EPAP não fornecesse pressão positiva expiratória.

O desenvolvimento da HD foi avaliado por meio das manobras da CI realizadas em um espirômetro que integra o sistema metabólico de análise automática de gases (*Medical Graphics®*, CPX Ultima, Miami, FL, USA) com uma máscara facial. As manobras foram realizadas em momentos distintos, sendo o primeiro realizado com o paciente sentado no cicloergômetro, antes da realização da EPAP ou placebo. Essas manobras, denominadas reproduzíveis da CI, ocorreram após 2 minutos de repouso. Os pacientes foram instruídos a realizarem, após 4 a 6 ciclos respiratórios em nível de capacidade residual funcional (CRF), uma inspiração máxima até a CPT sob o comando “enche fundo” e, em seguida, uma expiração normal em nível de volume corrente<sup>15,19,23</sup>. As manobras foram realizadas até que pelo menos três esforços reproduzíveis fossem registrados, ou seja, que as medidas tivessem uma variação igual ou inferior a 10% do maior valor aceitável<sup>19</sup>. Houve um intervalo de um minuto entre as medidas e o maior valor entre as manobras reproduzíveis foi selecionado para análise<sup>19,23</sup>.

Após a realização de placebo ou EPAP, os voluntários eram novamente posicionados no cicloergômetro e, após 2 minutos, realizavam mais uma manobra da CI em repouso (“CI após EPAP ou placebo” ou “CI antes do exercício”)<sup>16</sup>. Esta medida foi comparada com o maior valor obtido da CI entre as manobras reproduzíveis. A manobra da CI também foi realizada a cada 2 minutos durante o exercício até o momento da interrupção (“CI após o exercício”)<sup>16,24</sup> e, novamente, após os 2 minutos de recuperação (“CI recuperação”). Estas manobras eram realizadas dentro de um período de 20 segundos ao final do segundo minuto. O tempo de teste foi cronometrado do final do aquecimento até a interrupção.

A distribuição normal dos dados foi confirmada pelo método Kolmogorov Smirnov. Para avaliação da CI antes e após o uso de EPAP e da diferença do tempo de exercício após o uso de EPAP ou placebo foi utilizado o test t pareado de Student. Para análise das variáveis foi utilizada ANOVA mista com medidas repetidas, considerando como fatores a intervenção (placebo x EPAP) e os diferentes momentos, seguida do teste de diferença mínima significativa (ou do inglês *Least Significance Difference*, LSD). O pacote estatístico *Statistical Package for Social Sciences* (SPSS 16.0, Chicago, IL, USA) foi utilizado para a preparação do banco de dados assim como para a análise estatística em ambiente *Windows*.

## Resultados

Inicialmente, foram incluídos 17 participantes, dos quais cinco foram excluídos: um por ter apresentado hipertensão reativa, outro por arritmia e três por não terem tolerado o teste de carga constante. Dos 12 sujeitos que completaram o estudo, 3 apresentavam DPOC grau moderado, 7 grave e apenas 2 muito grave. A Tabela 1 apresenta as principais características demográficas, antropométricas e da função pulmonar destes sujeitos.

A Tabela 2 ilustra a semelhança entre as variáveis CI, FR, FC, SpO<sub>2</sub>, PAS, PAD, dispnéia e percepção de esforço em MMII na condição basal nos dias de intervenção com placebo ou EPAP.

Conforme indicado na Figura 1, o uso da EPAP aumentou significativamente o tempo de exercício de 1444,67(962,95) para 1765,92(876,54) segundos comparado com placebo (p=0,02). Houve um aumento médio de 321,25(407,86) segundos, correspondendo a 40,82(64,26) %.

Comparando as situações antes e após o uso de placebo ou EPAP não houve diferença estatística em relação a CI ( $p=0,13$  e  $0,25$  respectivamente), à  $SpO_2$  ( $p=0,01$  e  $0,12$  respectivamente) e à FR ( $p=0,42$  e  $0,73$  respectivamente) (Tabela 3). Comparando-se as variáveis  $SpO_2$ , dispnéia e percepção de esforço em MMII nos momentos antes e após o exercício foram observadas diferenças significativas tanto após o uso de placebo quanto após o uso de EPAP, indicando diminuição na  $SpO_2$  ( $p=0,005$  e  $p=0,003$ , respectivamente), aumento no Borg para dispnéia ( $p=0,005$  e  $p=0,003$ , respectivamente) e aumento no Borg para MMII ( $p=0,005$  e  $p=0,03$ , respectivamente) (Tabela 3). Comparando-se antes e após o exercício, a CI não alterou após o uso do EPAP, ao contrário da condição placebo na qual houve redução ( $p=0,02$ ), no entanto sem diferença significativa na comparação das duas condições (Tabela 3).

A Figura 2 ilustra o comportamento individual da CI em relação ao tempo durante o teste de carga constante após placebo (painel A) ou EPAP (painel B). De maneira geral, observa-se aumento do tempo de exercício em B com manutenção de um comportamento semelhante da CI, exceto para três sujeitos. Em A, a maioria (58,33%) interrompeu o exercício até os 28 minutos e em B (66,67%) até os 32 minutos. No sujeito 1, após placebo a CI se manteve relativamente constante e após EPAP apresentou oscilações e o tempo de exercício passou de 16 minutos após placebo para 32 minutos após EPAP. O sujeito 5 apresentou uma queda da CI nas duas situações, porém interrompeu o exercício 2 minutos mais cedo no placebo. E, finalmente, o sujeito 6 apresentou um comportamento da CI totalmente distinto após EPAP pois ocorreu um considerável aumento da CI ao longo do exercício com aumento de 3 minutos no tempo.

## Discussão

Foi identificado que o uso da EPAP imediatamente antes do exercício aumenta significativamente a tolerância ao esforço em pacientes com DPOC de grau moderado a muito grave. Essa resposta foi observada com os sujeitos exercitando-se com 75% da carga máxima de trabalho. O aumento de 40,82% a favor da EPAP é superior ao valor de 32% proposto por O'Donnell *et al.*<sup>15</sup> como diferença clinicamente importante a ser detectada após intervenções que exerçam efeito agudo na tolerância ao exercício. O aumento médio de mais de 5 minutos de exercício no presente estudo significa a possibilidade de realização de atividades funcionais por um período maior de tempo por esses indivíduos.

Quanto à CI, nas situações antes e após atividade no cicloergômetro, apesar da EPAP não ter ocasionado aumento significativo dessa variável, os resultados apontam que o uso desse recurso terapêutico possa prevenir o aumento da HD, uma vez que após placebo a CI reduziu significativamente depois do exercício e, após EPAP, a CI se manteve. Como não foi observada diferença significativa entre as duas condições, novos estudos poderão reforçar esta observação. Dentro do conhecimento dos pesquisadores, este é o primeiro estudo que avalia o impacto do uso de um dispositivo pressórico expiratório imediatamente antes do exercício no tempo de *endurance* e na HD.

Apesar de não ter sido encontrado na literatura estudos semelhantes a este em relação à HD, alguns avaliaram o efeito da EPAP ou de outro recurso na tolerância ao exercício em pacientes com DPOC. Zager<sup>7</sup> encontrou aumento significativo na distância percorrida no teste de caminhada de seis minutos (TC6) com o uso concomitante da máscara EPAP, realizado por 11 indivíduos com mais de 50 anos e DPOC apresentando um VEF<sub>1</sub> menor que 80%. Por outro lado, Van Der

Shans *et al.*<sup>8</sup> ao avaliarem pacientes com DPOC moderado a grave em teste incremental em cicloergômetro não encontraram diferença significativa na carga máxima atingida entre os testes realizados com e sem o uso de EPAP durante o exercício. Os autores concluem que a EPAP com 5 cmH<sub>2</sub>O é um recurso relativamente simples e efetivo para ser usado em repouso, conforme empregado em nosso estudo, porém eles não a recomendam durante o exercício pelo fato de aumentar a sensação de dispnéia.

Neder *et al.*<sup>19</sup>, recentemente, avaliaram o efeito do formoterol na tolerância ao exercício em cicloergômetro e na HD em pacientes com DPOC graus III e IV da GOLD e encontraram um aumento não significativo de 130 segundos no tempo de exercício associado com uma CI significativamente maior no *isotime* e ao término do exercício comparado com placebo. Segundo os autores, seu estudo é o primeiro a demonstrar efeito benéfico do uso de broncodilatador na tolerância ao esforço e na HD em pacientes com DPOC em grau avançado. Os resultados deste ensaio, porém, são o inverso do encontrado em nosso, pois ocorreu uma melhora importante e significativa na HD sem um aumento expressivo e significativo para o tempo de exercício. Segundo os mesmos, isso se deveu a ampla variabilidade entre os sujeitos no tempo do teste de endurance e que a sua amostra era constituída somente por pacientes severamente acometidos com grandes alterações fisiopatológicas que os tornariam menos motivados a se exercitarem até o seu limite, mesmo após o uso de broncodilatador.

Por outro lado, Porszasz *et al.*<sup>16</sup> ao estudarem 24 pacientes com DPOC grave em um treinamento de exercício submáximo em bicicleta ergométrica com 75% da carga máxima obtida em um teste incremental pré-treinamento por 45 minutos, 3 vezes por semana em 7 semanas, hipotetizaram que tal treinamento



reduziria o grau de HD em um certo nível de exercício e, que, portanto, o tempo de endurance melhoraria. Eles observaram que apesar do aumento significativo no tempo de tolerância após treinamento, nem todos os pacientes manifestaram uma redução no grau de HD, o que demonstra, segundo os autores, que a HD é apenas um dos componentes responsáveis pela intolerância ao exercício e uma vez que nem todos os pacientes com DPOC apresentam restrição ventilatória no limite da tolerância ao exercício, outros mecanismos como a fadiga muscular ou outras combinações provoquem limitação ao esforço. Provavelmente, no presente estudo, o efeito positivo da EPAP na HD seria mais evidente caso fossem selecionados apenas indivíduos que possuíssem evidente resposta de hiperinsuflação durante o exercício, pois segundo alguns estudos<sup>20,26,27</sup> nem todos hiperinsuflam progressivamente durante o exercício e ainda há os que a desenvolvem logo no início ou ao final do mesmo<sup>26</sup>. Futuros estudos podem avaliar o efeito da EPAP apenas nos indivíduos que hiperinsuflam durante o exercício.

O aumento na tolerância ao exercício poderia ser explicado pelo efeito que a EPAP tem em melhorar a relação V/Q pulmonar. Considerando-se os distúrbios ventilatórios que ocorrem nos pacientes com DPOC devido ao aumento da resistência ao fluxo aéreo, à distribuição ventilatória irregular e à presença de destruição alveolar, a EPAP promoveria aumento da ventilação das áreas hipoventiladas favorecendo uma hematose mais adequada que resultaria na melhora da pressão arterial de oxigênio (O<sub>2</sub>), na redução da vasoconstrição hipóxica local e do espaço morto fisiológico (VD/VT)<sup>8,9,10,28</sup>. Tais efeitos exerceriam maior influência no momento de maior demanda ventilatória, como por exemplo durante o exercício. Van Der Shans *et al.*<sup>8</sup> verificaram a influência da EPAP durante exercício nos valores da ventilação minuto, VD/VT, consumo de O<sub>2</sub> e produção de CO<sub>2</sub> para

uma mesma carga de esforço e observaram que os mesmos foram significativamente menores quando comparados ao teste de exercício sem EPAP, demonstrando a eficiência ventilatória da EPAP. No presente estudo não foi possível verificar esta resposta, pois não foi avaliada a quantidade de desigualdade V/Q pulmonar e nem mesmo o VD/VT.

A redução significativa na SpO<sub>2</sub> ocorreu nos dois dias de teste e sem que houvesse queda da saturação para valores menores que 90%. Esse resultado pode ser explicado pelo fato dos pacientes selecionados não serem dependentes de O<sub>2</sub> e apresentarem saturação de repouso maior que 90%. A dessaturação durante o esforço é normalmente mais marcante nos indivíduos que apresentam limitação grave ao fluxo aéreo<sup>29</sup>, apesar dos participantes apresentarem grau de DPOC de moderado a muito grave. Tudo isso nos leva a supor que realmente existem outros mecanismos que não somente a HD e outras variáveis, como gases arteriais, que precisam ser avaliados em estudos futuros. Cabe ressaltar que nem a dispnéia nem a percepção de cansaço nas pernas foram determinantes no tempo de exercício, pois em ambas as intervenções, placebo e EPAP, o Borg para dispnéia e MMII aumentou significativamente após o exercício. Além disso, segundo O'Donnell *et al.*<sup>24</sup>, a relação entre dispnéia e HD não é linear, portanto, os pacientes necessitariam de um aumento significativamente importante na CI para se detectar uma redução significativa na dispnéia.

Por seu caráter pioneiro, esta pesquisa pode orientar futuros ensaios na investigação da aparente influência positiva da EPAP na HD considerando algumas limitações identificadas no presente estudo: 1) a inclusão de poucos pacientes com DPOC muito grave, os quais, teoricamente, poderiam sofrer maiores alterações à intervenção e 2) a não identificação prévia dos participantes que apresentavam HD

ao exercício. Novos estudos poderão lançar mão de recurso mais sensível para avaliar a HD, como por exemplo a pletismografia optoeletrônica e, além disso, testar a resposta de diferentes protocolos, considerando intensidade e tempo de aplicação da EPAP.

Em conclusão, o uso da EPAP em pacientes com DPOC de moderado a muito grave imediatamente antes de um exercício submáximo possibilita o aumento do tempo de exercício, o que indica que esse recurso pode ser utilizado como uma boa estratégia terapêutica pelos próprios pacientes antes da realização de alguma atividade física, mesmo as rotineiras, melhorando seu desempenho e exercendo influência positiva no controle da HD.

## Referências

1. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease. Global Strategy For The Diagnosis, Management, And Prevention Of Chronic Obstructive Pulmonary Disease Update 2008 [text on the Internet]. Bethesda: National Heart, Lung and Blood Institute; 2001. [cited Mar 2009 15]. Available from: <http://www.goldcopd.org/Guidelineitem.asp?l1=2&l2=1&intId=2003>. Acesso em: 15 mar. 2009.
2. Rochester CI. Exercise training in chronic obstructive pulmonary disease. *J Rehabil Res Dev*. 2003;40(5):59-80.
3. O'Donnell DE, Revill SM, Webb KA. Dynamic hyperinflation and exercise intolerance in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*. 2001;164(5):770-7.
4. Gosselink R, Troosters T, Decramer M. Exercise training in COPD patients: the basic questions. *Eur Respir J*. 1997;10(12):2884-91.
5. Hyatt RE. Expiratory flow limitation. *J Appl Physiol*. 1993;55(1):1-7.
6. Casaburi R, Porszasz J. Reduction of hyperinflation by pharmacologic and other interventions. *Proc Am Thorac Soc*. 2006;3(2):185-9.
7. Zager M. Uso do EPAP melhora a tolerância ao esforço em indivíduos com limitação ao fluxo aéreo [tese]. Florianópolis: Universidade do Estado de Santa Catarina; 2007.
8. Van Der Schans CP, Jong W, Vries G, Kaan WA, Postma DS, Koeter GH, et al. Effects of positive expiratory pressure breathing during exercise in patients with COPD. *Chest*. 1994;105(3):782-9.
9. Ingram RH, Schilder DP. Effect of pursed lips expiration on the pulmonary pressure-flow relationship in obstructive lung disease. *Am Rev Respir Dis*. 1967;96(3):381-8.
10. American Association for Respiratory Care. AARC Clinical Practice Guideline. Use of positive airway pressure adjuncts to bronchial hygiene therapy. American Association for Respiratory Care. *Respir Care*. 1993;38(5):516-21.
11. Williams MT. Chest physiotherapy and cystic fibrosis. Why is the most effective form of treatment still unclear? *Chest*. 1994;106(6):1872-82.
12. Van Der Schans CP, Van Der Mark TW, Vries G, Piers DA, Beekhuis H, Dankert-Roelse JE, et al. Effect of positive expiratory pressure breathing in patients with cystic fibrosis. *Thorax*. 1991;46(4):252-6.
13. Van Hengstum M, Festen J, Beurskens C, Hankel M, Beekman F, Corstens F. Effect of positive expiratory pressure mask physiotherapy (PEP) versus forced

expiration technique (FET/PD) on regional lung clearance in chronic bronchitics. *Eur Respir J.* 1991;4(6):651-4

14. Hofmeyr JL, Webber BA, Hodson ME. Evaluation of positive expiratory pressure as an adjunct to chest physiotherapy in the treatment of cystic fibrosis. *Thorax.* 1986;41(12):951-4.

15. O'Donnell DE, Lam M, Webb KA. Measurement of symptoms, lung hyperinflation, and endurance during exercise in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med.* 1998;158(5):1557-65.

16. Porszasz J, Emtner M, Goto S, Somfay A, Whipp BJ, Casaburi R. Exercise training decreases ventilatory requirements and exercise-induced hyperinflation at submaximal intensities in patients with COPD. *Chest.* 2005;128(4):2025-2034.

17. O'Donnell DE, Fluge T, Gerken F, Hamilton A, Webb K, Aguilaniu B, Make B, Magnussen H. Effects of tiotropium on lung hyperinflation, dyspnoea and exercise tolerance in COPD. *Eur Respir J.* 2004;23(6):832-40.

18. Van' T Hul A, Gosselink R, KwakkeL G. Constant-load cycle endurance performance. Test-retest reliability and validity in patients with COPD. *J Cardiopulm Rehabil.* 2003;23(2):143-50.

19. Neder JA, Fuld JP, Overend T, Thirlwell J, Carter R, Stevenson R, et al. Effects of formoterol on exercise tolerance in severely disabled patients with COPD. *Respir Med.* 2007;101(10):2056-64.

20. Aliverti A, Rodger K, Dellaca RL, Stevenson N, LoMauro A, Pedotti A, et al. Effect of salbutamol on lung function and chest wall volumes at rest and during exercise in COPD. *Thorax.* 2005;60(11):916-24.

21. American Thoracic Society / American College of Chest Physicians. ATS/ACCP Statement on cardiopulmonary exercise testing. *Am J Respir Crit Care Med.* 2003;167(2):211-77.

22. Sehlin M, Ohberg F, Johansson G, Winso O. Physiological responses to positive expiratory pressure breathing: a comparison of the PEP bottle and the PEP mask. *Respir Care.* 2007;52(8):1000-5.

23. Marin JM, Carrizo SJ, Gascon M, Sanchez A, Gallego BA, Celli BR. Inspiratory capacity, dynamic hyperinflation, breathlessness, and exercise performance during the 6-minute-walk test in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med.* 2001;163(6):1395-9.

24. O'Donnell DE, Webb K A. Exertional breathlessness in patients with chronic airflow limitation. The role of lung hyperinflation. *Am Rev Respir Dis.* 1993;148(5):1351-7.

25. Borghi-Silva A, Sampaio LMM, Toledo A, Pincelli MP, Costa D. Efeitos agudos da aplicação do BIPAP sobre a tolerância ao exercício físico em pacientes com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC). *Rev Bras Fisioter.* 2005;9(3):273-80.
26. Vogiatzis I, Georgiadou O, Golemati S, Aliverti A, Kosmas E, Kastanakis E, et al. Patterns of dynamic hyperinflation during exercise and recovery in patients with severe chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax.* 2005;60(9):723-9.
27. Aliverti A, Stevenson N, Dellacà RL, Mauro ALo, Pedotti A, Calverley PMA. Regional chest wall volumes during exercise in chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax.* 2004;59(3):210-6.
28. Fink JB. Positive pressure techniques for airway clearance. *Respir Care.* 2002;47(7):786-96.
29. Mitlehner W, Kerb W. Exercise hypoxemia and the effects of increased inspiratory oxygen concentration in severe COPD. *Respiration.* 1994;61:255-62.

TABELA 1

**Características Descritivas da Amostra: Variáveis Demográficas,  
Antropométricas e Espirométricas**

Variáveis	Frequencia	Média (desvio padrão)	Mínimo	Máximo
Idade, anos		64,83(8,14)	54	78
Peso, Kg		66,28(9,98)	49,40	78,10
Altura, cm		164(6,42)	153	175
IMC, Kg/m <sup>2</sup>		24,64(2,97)	19,69	28,96
VEF <sub>1</sub> , L		1,27(0,40)	0,79	2,08
VEF <sub>1</sub> , % previsto		42,30(14,56)	24	75
CVF, L		2,79(0,85)	1,68	4,78
CVF, % previsto		75,77(21,10)	47	123
VEF <sub>1</sub> /CVF, % previsto		49,70(13,52)	33,43	66,88
Duração DPOC, anos		9,58(7,72)	2	28
Tabagismo, anos-maço		49,17(23,75)	25	92
Tabagistas:Ex-Tabagistas, %	25:75			
Sedentários:Não Sedentários, %	41,7:58,3			
Nível de Atividade (PAH)				
Debilidado, %	16,7			
Moderadamente Ativo, %	75,0			
Ativo, %	8,3			

n=12 (11 homens, 1 mulher). IMC: índice de massa corporal; VEF<sub>1</sub>: volume expiratório forçado no primeiro segundo; CVF: capacidade vital forçada; VEF<sub>1</sub>/CVF: Índice de Tiffeneau.

TABELA 2

**Características Basais da Amostra (n=12) nas condições Controle com Placebo e Intervenção com EPAP**

Variáveis	Média (desvio padrão)	Mínimo	Máximo	p
CI Placebo, L	2,19(0,57)	1,38	3,33	NS
CI EPAP, L	2,10(0,46)	1,29	2,85	
FR Placebo, irpm	21,17(5,10)	14	32	NS
FR EPAP, irpm	20,25(5,14)	14	30	
FC Placebo, bpm	76,75(13,99)	61	101	NS
FC EPAP, bpm	75,67(14,18)	61	104	
SpO <sub>2</sub> Placebo, %	94,75(1,71)	91	98	NS
SpO <sub>2</sub> EPAP, %	95,50(1,88)	92	98	
PAS Placebo, mmHg	125(7,98)	110	140	NS
PAS EPAP, mmHg	124,17(12,40)	110	150	
PAD Placebo, mmHg	76,67(6,51)	70	90	NS
PAD EPAP, mmHg	77,50(8,66)	70	90	
Borg Dispneia Placebo	0,03(0,09)	0	0,30	NS
Borg Dispneia EPAP	0,25(0,62)	0	2	
Borg MMII Placebo	0(0)	0	0	NS
Borg MMII EPAP	0,42(1,44)	0	5	

EPAP: do inglês *Expiratory Positive Airway Pressure*; CI: capacidade inspiratória; FC: frequência cardíaca; SpO<sub>2</sub>: saturação periférica de oxigênio; PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica; MMII: membros inferiores; NS: não significativo.



TABELA 3

**Comportamento da CI, SpO<sub>2</sub>, dispnéia e percepção de esforço em MMII em diferentes momentos durante o Teste de Carga Constante após uso de EPAP ou placebo**

<b>Controle com Placebo</b>				
<b>Variáveis</b>	<b>Basal</b>	<b>Antes Exercício</b>	<b>Após Exercício</b>	<b>Recuperação</b>
SpO <sub>2</sub> , %	94,75(1,71)	95,92(1,56)*	92,25(3,02)* <sup>†</sup>	94,75(1,91) <sup>†‡</sup>
Borg Dispneia	0,03(0,09)	0,09(0,17)	5,25(3,49)* <sup>†</sup>	0,46(0,99) <sup>‡</sup>
Borg MMII	0(0)	0,03(0,87)	4,50(3,53)* <sup>†</sup>	0,57(0,97) <sup>‡</sup>
CI, L	2,19(0,57)	2,10(0,60)	1,75(0,29)* <sup>†</sup>	1,92(0,46)*
<b>Intervenção com EPAP</b>				
SpO <sub>2</sub> , %	95,50(1,88)	96,25(1,42)	91,58(3,29)* <sup>†</sup>	95,25(1,86) <sup>‡</sup>
Borg Dispneia	0,25(0,62)	0,54(0,86)*	5,25(3,19)* <sup>†</sup>	0,67(1,15) <sup>‡</sup>
Borg MMII	0,42(1,44)	0,46(1,44)	5,71(3,41)* <sup>†</sup>	1,11(1,36) <sup>‡</sup>
CI, L	2,10(0,46)	2,03(0,51)	2,16(1,33)	1,88(0,43)*

EPAP: do inglês *Expiratory Positive Airway Pressure*; SpO<sub>2</sub>: saturação periférica de hemoglobina em oxigênio; MMII: membros inferiores; CI: capacidade inspiratória; NS: não significativo. Basal: momento anterior ao uso de placebo ou EPAP. Antes Exercício: momento imediatamente após o uso de placebo ou EPAP.

\* p<0.05 em relação à condição basal, <sup>†</sup> p<0.05 em relação à antes do exercício e <sup>‡</sup> p<0.05 em relação à após o exercício. NS para comparação entre as duas intervenções.

FIGURA 1

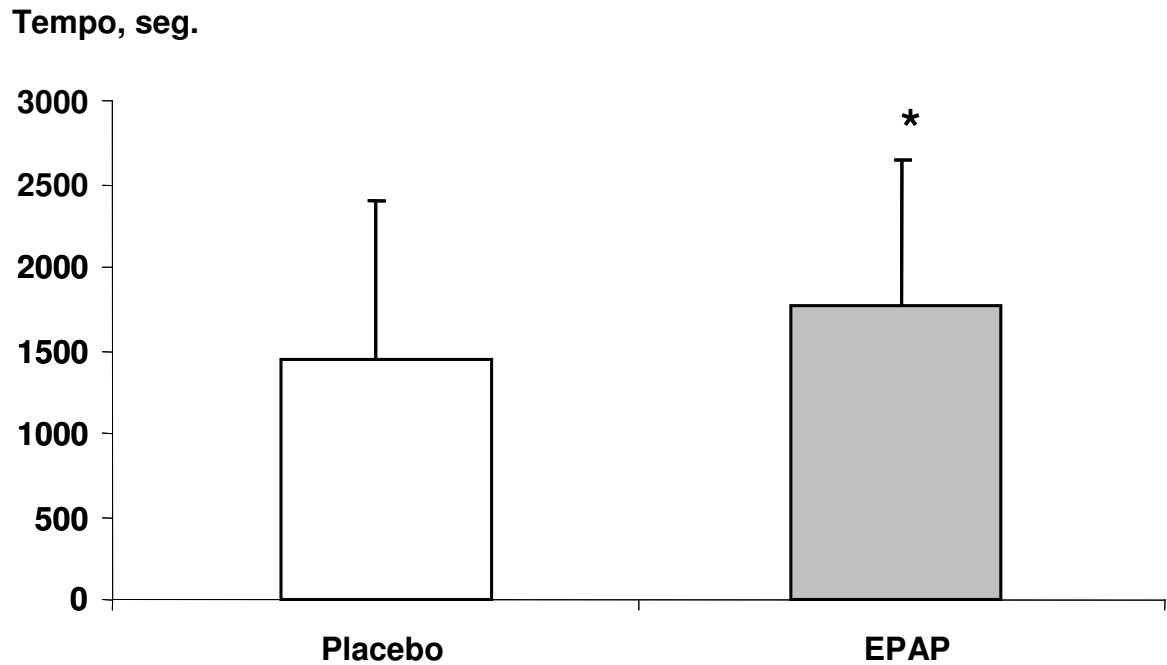


FIGURA 1 - Tempo de exercício realizado em teste de carga constante após uso de placebo e EPAP. \*  $p < 0.05$  em relação ao placebo. EPAP: do inglês *Expiratory Positive Airway Pressure*; seg: segundos.

FIGURA 2

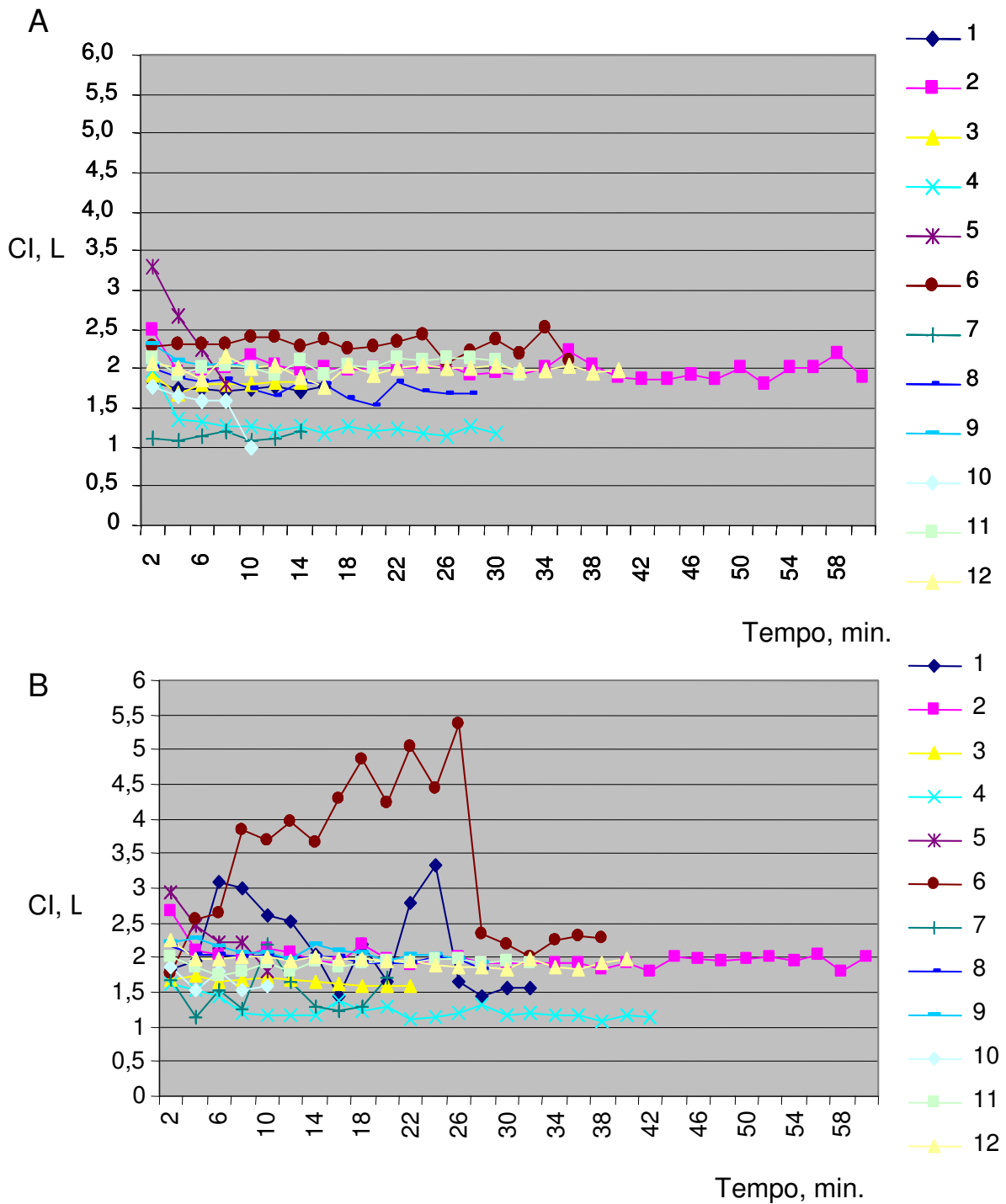


FIGURA 2 - Comportamento da CI durante o teste de carga constante a cada 2 minutos dos 12 pacientes. Painel A: após intervenção com placebo; B: após intervenção com EPAP. EPAP: do inglês *Expiratory Positive Airway Pressure*; CI: capacidade inspiratória; L: litros; min: minutos.

## **Capítulo 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A intolerância ao exercício é uma das principais queixas da maioria dos pacientes com DPOC, sendo uma área de atuação de grande importância da fisioterapia respiratória. Atualmente, inúmeras estratégias têm sido propostas com o objetivo de aumentar a tolerância ao esforço e melhorar a qualidade de vida destes indivíduos. Porém, nem todas as técnicas permitem seu uso rotineiro e de forma autônoma pelo paciente. A proposta do uso da EPAP anteriormente ao exercício surgiu a partir desta idéia, de forma que este recurso pudesse contribuir para o aumento da atividade física e da sua participação social.

Acreditamos que o fato deste estudo ser pioneiro e inovador, seu tema possa ser mais explorado futuramente, de modo a investigar seus resultados positivos, como o aumento da tolerância ao exercício e a sua provável influência no controle da hiperinsuflação dinâmica, sabidamente relacionada à incapacidade física nos pacientes com DPOC.

## APÊNDICE 1

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado (a) Senhor (a):

Obrigada pelo seu interesse em participar do estudo: “**EFEITOS DA PRESSÃO EXPIRATÓRIA POSITIVA NA TOLERÂNCIA AO EXERCÍCIO E NA HIPERINSUFLAÇÃO DINÂMICA EM INDIVÍDUOS COM DOENÇA PULMONAR OBSTRUTIVA CRÔNICA (DPOC)**”. Esta é uma pesquisa de grande importância para a comunidade científica, porque tem como objetivo avaliar alguns parâmetros pulmonares e cardíacos relacionados ao exercício. Este estudo irá contribuir para o desenvolvimento de uma nova estratégia que auxilie na capacidade física do indivíduo com DPOC.

#### **Responsáveis:**

Profa. Dra. Raquel Rodrigues Britto do Departamento de Fisioterapia / Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

Ariane Fadul de Carvalho, mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação pela UFMG.

#### **Como será sua participação:**

O (a) sr. (a) deverá comparecer três vezes, em dias não consecutivos, ao Laboratório de Avaliação e Pesquisa em Desempenho Cardiorrespiratório da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG que fica no Campus da universidade na Pampulha. O (a) sr. (a) será avaliado em todos os dias e passará por alguns testes, sendo que para isto deverá ficar no laboratório em torno

de 2 horas. No primeiro dia, serão feitas, inicialmente, algumas perguntas sobre o seu estado de saúde, será medido seu peso e altura bem como seus dados vitais. Depois, o (a) sr. (a) realizará algumas medidas de fluxo expiratório num aparelho e será sorteado o procedimento dos dois dias de teste seguintes. Neste dia, será realizado um teste de exercício numa bicicleta para avaliar sua capacidade física. A carga que você irá pedalar aumentará gradativamente, dentro dos limites de sua tolerância. Sua frequência cardíaca, pressão arterial, saturação periférica de oxigênio e nível de cansaço serão observados constantemente. Nos outros dois dias de teste, o (a) sr. (a) repetirá o teste de exercício na esteira, porém desta vez, com uma carga constante de 75% da carga máxima atingida no primeiro teste. Num destes dias, antes da realização do teste na bicicleta, você será posicionado numa poltrona e irá respirar durante 15 minutos numa máscara. Nos dois últimos dias de testes, também será monitorado, durante todo o tempo, o volume pulmonar por meio de duas faixas que serão colocadas em volta do seu tórax, embaixo das axilas, e do seu abdomen. Todos os métodos de medida não provocam dor e nem são invasivos. Somente serão realizados se o (a) sr. (a) estiver se sentindo bem. Todo o material utilizado é descartável ou esterilizado.

**Possíveis riscos e desconforto:**

Poderá ocorrer durante o teste uma respiração mais rápida, sensação de falta de ar ou cansaço nas pernas e o coração baterá mais rápido. Estas alterações são normais durante o exercício. O teste será imediatamente interrompido ao seu pedido ou diante de qualquer sinal e sintoma diferente do normal, sendo tomada as providências necessárias. Haverá um médico e uma técnica de enfermagem presente durante todo o teste para sua maior segurança. O laboratório contém

todo o material de primeiros socorros necessário para qualquer emergência.

**Benefícios esperados:**

O (a) sr. (a) receberá um relatório com os resultados do teste, tendo desta forma conhecimento de sua tolerância ao exercício. Os resultados poderão ser utilizados como referência para o desenvolvimento de outros estudos e para auxiliar na determinação da melhor conduta reabilitadora em indivíduos com DPOC.

**Forma de acompanhamento e assistência:**

Os testes serão realizados pela mestrandia Ariane Fadul de Carvalho e por um médico cardiologista com treinamento em atendimento de urgência no Laboratório de Avaliação e Pesquisa em Desempenho Cardiorrespiratório. Assistência médica estará disponível em caso de qualquer intercorrência.

**Garantia de esclarecimento**

O (a) sr. (a) tem o direito de receber informações acerca da pesquisa e dos procedimentos que serão realizados em qualquer momento da pesquisa.

**Garantia de sigilo**

Seu nome será mantido em anonimato. Sua identidade não será revelada em nenhum momento. Os dados obtidos serão confidenciais e serão utilizados apenas para fins científicos.

**Direito de recusa**

A sua participação é livre e o (a) sr. (a) poderá se recusar a participar ou retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem qualquer penalização ou prejuízo.

**Ressarcimento e indenização**

Não haverá nenhum gasto financeiro e nem será paga nenhuma quantia. O (a) sr. (a) será indenizado se houver algum dano decorrente da pesquisa. Gastos com transporte serão pagos. Em caso de dúvidas o (a) sr. (a) poderá entrar em contato com qualquer um dos pesquisadores nos telefones abaixo.

Diante destas informações, se for de sua vontade participar deste estudo, favor preencher o consentimento abaixo:

**Consentimento:** Declaro que li e entendi as informações contidas acima e que todas as dúvidas foram esclarecidas.

Desta forma, eu \_\_\_\_\_  
concordo em participar dessa pesquisa.

Belo Horizonte, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 200\_\_

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

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



**Telefones e endereços para contato:**

- Professora Raquel Rodrigues Britto

**Endereço:** Av. Antônio Carlos, 6627 - Pampulha. Belo Horizonte. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional.

**Telefone:** 3409 – 4783 ou 3409-4793

- Ariane Fadul de Carvalho

**Endereço:** Av. Antônio Carlos, 6627 - Pampulha. Belo Horizonte. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional.

**Telefone:** 3409-4777 / 9958-9240

- Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG (COEP)

**Endereço:** Avenida Antônio Carlos, 6627. Unidade Administrativa II – 2º andar. Campus Pampulha. Belo Horizonte.

**Telefone:** 3409-4592

## APÊNDICE 2

**FORMULÁRIO 01 - DADOS GERAIS**

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

DADOS PESSOAIS			
Nome:			ID do sujeito:
Data de Nascimento:	Idade:	Profissão:	
Endereço:			
Cidade:			
Telefones de Contato:			

HISTÓRIA ATUAL E PREGRESSA	
Diagnóstico:	
Queixa Principal:	
Expectoração: <input type="checkbox"/> ausente <input type="checkbox"/> presente aspecto: _____	
Tabagismo: ____ anos/uso; ____ anos/maço; ____ anos/término.	
Uso de O <sub>2</sub> :	
Medicamentos em uso (dose, frequência, duração):	
Atividade Física ou Participação em PRP:	
Comorbidades:	
Tempo de Diagnóstico da Doença:	

DADOS ESPIROMÉTRICOS				
Variável	Encontrado	Previsto	Limite inferior	%
VEF <sub>1</sub>				
VEF <sub>1</sub> /CVF				

Data Exame: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

DADOS VITAIS (Repouso) E ANTROPOMÉTRICOS							
PA =	mmHg	FC =	bpm	FR =	irpm	SpO <sub>2</sub> =	%
Peso =	kg	Altura =	m	IMC =	Kg/m <sup>2</sup>		

Ausculta Respiratória: \_\_\_\_\_

Sorteio Protocolos: Dia 1 = \_\_\_\_\_ Dia 2 = \_\_\_\_\_

## APÊNDICE 3

**FORMULÁRIO 02 - TESTE INCREMENTAL**

Nome: \_\_\_\_\_ ID sujeito: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

FC Máx = \_\_\_\_\_ bpm

85% FC Max = \_\_\_\_\_ bpm

Estágio	Tempo (min)	Carga (W)	PA (mmHg)	FC (bpm)	SpO <sub>2</sub> (%)	Borg	
						dispnéia	pernas
1	0-1	15	_____			___	___
2	1-2	25	_____			___	___
3	2-3	35					
4	3-4	45	_____			___	___
5	4-5	55	_____			___	___
6	5-6	65					
7	6-7	75	_____			___	___
8	7-8	85	_____			___	___
9	8-9	95					
10	9-10	105	_____			___	___
11	10-11	115	_____			___	___
12	11-12	125					
<b>Recuperação</b>	<b>2 min</b>	15					

**Dados Vitais – Após 5'**

PA (mmHg)	
FC (bpm)	
FR (irpm)	
SPO <sub>2</sub> (%)	

TEMPO TOTAL DE TESTE = \_\_\_\_\_

75% CARGA MÁXIMA = \_\_\_\_\_

**MOTIVO DE INTERRUÇÃO TESTE**

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Manteve-se fora do limite 60 rpm $\pm$ 5. | <input type="checkbox"/> Manutenção SpO <sub>2</sub> < 85%. |
| <input type="checkbox"/> Dispneia.                                 | <input type="checkbox"/> Fadiga de MMII.                    |
| <input type="checkbox"/> OUTRO:                                    |   |

## APÊNDICE 4

**FORMULÁRIO 03 – DADOS VITAIS**

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

ID Sujeito: \_\_\_\_\_

Dia:  Controle  EPAP

<b>Dados Vitais – Repouso</b>		
<b>PA (mmHg)</b>		
<b>FC (bpm)</b>		
<b>FR (irpm)</b>		
<b>SPO<sub>2</sub> (%)</b>		
<b>BORG</b>	Dispneia =	MMII =

<b>Dados Vitais – Após os 15'</b>		
<b>PA (mmHg)</b>		
<b>FC (bpm)</b>		
<b>FR (irpm)</b>		
<b>SPO<sub>2</sub> (%)</b>		
<b>BORG</b>	Dispneia =	MMII =

<b>Dados Vitais – Após Recuperação</b>		
<b>PA (mmHg)</b>		
<b>FC (bpm)</b>		
<b>FR (irpm)</b>		
<b>SPO<sub>2</sub> (%)</b>		
<b>BORG</b>	Dispneia =	MMII =

### APÊNDICE 5

#### FORMULÁRIO 04 – MANOBRA DA CI

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

ID Sujeito: \_\_\_\_\_

Dia:  Controle  EPAP

**1ª Coleta = Baseline**  
Manobras Reprodutíveis(após 2 min)

--	--	--	--	--	--	--	--

**CARGA TESTE = \_\_\_\_\_ W**

**2ª Coleta = Após Intervenção**

	CI	Horário / Tempo Real
2 min		

**3ª Coleta = Aquecimento, Teste de Carga Constante e Recuperação**

**Início:**

TEMPO PREVISTO PARA A MANOBRA Minuto      Horário		AQUECIMENTO	TESTE DE CARGA CONSTANTE					RECUPERAÇÃO	
		CI	CI	PA (mmHg)	SpO2 (%)	FC (bpm)	Borg (0-10)		CI
							dispnéia	pernas	
2 min			-----						-----
4 min		-----		-----			-----	-----	-----
6 min		-----		-----			-----	-----	-----
8 min		-----		-----			-----	-----	-----
10 min		-----		-----			-----	-----	-----
12 min		-----		-----			-----	-----	-----
14 min		-----		-----			-----	-----	-----
16 min		-----		-----			-----	-----	-----
18 min		-----		-----			-----	-----	-----
20 min		-----		-----			-----	-----	-----
TÉRMINO TESTE*		Horário:							-----
APÓS RECUPERAÇÃO**		Horário:	-----	-----	-----	-----	-----	-----	

\* Manobra de CI imediatamente após o voluntário pedir pra parar (ainda com carga); \*\* Após os 2 minutos de Recuperação (sem carga).

TEMPO PREVISTO PARA A MANOBRA Minuto      Horário		AQUECIMENTO	TESTE DE CARGA CONSTANTE						RECUPERAÇÃO
		CI	CI	PA (mmHg)	SpO2 (%)	FC (bpm)	Borg (0-10)		Tempo Real / CI
							dispnéia	pernas	
24 min		-----		-----			-----	-----	-----
26 min		-----		-----			-----	-----	-----
28 min		-----		-----			-----	-----	-----
30 min		-----		-----			-----	-----	-----
32 min		-----		-----			-----	-----	-----
34 min		-----		-----			-----	-----	-----
36 min		-----		-----			-----	-----	-----
38 min		-----		-----			-----	-----	-----
40 min		-----		-----			-----	-----	-----
42 min		-----		-----			-----	-----	-----
44 min		-----		-----			-----	-----	-----
46 min		-----		-----			-----	-----	-----
48 min		-----		-----			-----	-----	-----
50 min		-----		-----			-----	-----	-----
52 min		-----		-----			-----	-----	-----
54 min		-----		-----			-----	-----	-----
56 min		-----		-----			-----	-----	-----
58 min		-----		-----			-----	-----	-----
60 min		-----		-----			-----	-----	-----
<b>TEMPO TOTAL:</b> _____		<b>MOTIVO DE INTERRUPÇÃO TESTE</b> <input type="checkbox"/> Manteve-se fora do limite 60 rpm ± 5; <input type="checkbox"/> Dispnéia; <input type="checkbox"/> Fadiga de MMII; <input type="checkbox"/> Manutenção SpO <sub>2</sub> < 85%; <input type="checkbox"/> Outro: _____							

**ANEXO A**  
**Classificação espirométrica da gravidade da DPOC/ baseada em VEF<sub>1</sub> pós broncodilatador**

Estádio	VEF <sub>1</sub> /CVF e VEF <sub>1</sub> pós-BD
Estádio I: Leve	VEF <sub>1</sub> /CVF < 0.70 VEF <sub>1</sub> ≥ 80% do previsto
Estádio II: Moderado	VEF <sub>1</sub> /CVF < 0.70 50% ≤ VEF <sub>1</sub> < 80% do previsto
Estádio III: Grave	VEF <sub>1</sub> /CVF < 0.70 30% ≤ VEF <sub>1</sub> < 50% do previsto
Estádio IV: Muito grave	VEF <sub>1</sub> /CVF < 0.70 VEF <sub>1</sub> < 30% do previsto ou VEF <sub>1</sub> < 50% do previsto com presença de insuficiência respiratória crônica.

VEF<sub>1</sub>: volume expiratório forçado em 1 segundo; CVF: capacidade vital forçada.

Fonte: Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease. Workshop report: global strategy for diagnosis and management of patients with COPD; update 2008.

Disponível em: <http://goldcopd.org>. Acesso em 08 fev. 2009.

**ANEXO B**  
**Aprovação do Comitê de Ética**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**  
**COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - COEP**

**Parecer nº. ETIC 619/07**

**Interessado(a): Profa. Raquel Rodrigues Britto**  
**Departamento de Fisioterapia**  
**EEFFTO - UFMG**

**DECISÃO**

O Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG – COEP aprovou, no dia 24 de março de 2008, após atendidas as solicitações de diligência, o projeto de pesquisa intitulado **"Efeitos da pressão expiratória positiva na tolerância ao exercício e na hiperinsuflação dinâmica em indivíduos com doença pulmonar obstrutiva crônica"** bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

O relatório final ou parcial deverá ser encaminhado ao COEP um ano após o início do projeto.

A handwritten signature in dark ink, appearing to read "Maria Teresa Marques Amaral", is written over the printed name.

**Profa. Maria Teresa Marques Amaral**  
**Coordenadora do COEP-UFMG**



**ANEXO C****Escala de percepção do esforço de borg modificada**

<b>0</b>	<b>ABSOLUTAMENTE NADA</b>
<b>0.3</b>	
<b>0.5</b>	<b>EXTREMAMENTE FRACO</b>
<b>1</b>	<b>MUITO FÁCIL</b>
<b>1.5</b>	
<b>2</b>	<b>FRACO</b>
<b>2.5</b>	
<b>3</b>	<b>MODERADO</b>
<b>4</b>	
<b>5</b>	<b>FORTE</b>
<b>6</b>	
<b>7</b>	<b>MUITO FORTE</b>
<b>8</b>	
<b>9</b>	
<b>10</b>	<b>EXTREMAMENTE FORTE</b>

Fonte: BORG<sup>90</sup>, 2000, p. 49.

## ANEXO D

### Perfil de Atividade Humana

Nome: \_\_\_\_\_ ID: \_\_\_\_\_

ATIVIDADES	Ainda faço	Parei de fazer	Nunca fiz
1. Levantar e sentar em cadeiras ou cama (sem ajuda)			
2. Ouvir rádio			
3. Ler livros, revistas ou jornais			
4. Escrever cartas ou bilhetes			
5. Trabalhar numa mesa ou escrivaninha			
6. Ficar de pé por mais de um minuto			
7. Ficar de pé por mais de cinco minutos			
8. Vestir e tirar a roupa sem ajuda			
9. Tirar roupas de gavetas ou armários			
10. Entrar e sair do carro sem ajuda			
11. Jantar num restaurante			
12. Jogar baralho ou qualquer jogo de mesa			
13. Tomar banho de banheira sem ajuda			
14. Calçar sapatos e meias sem parar para descansar			
15. Ir ao cinema, teatro ou a eventos religiosos ou esportivos			
16. Caminhar 27 metros (um minuto)			
17. Caminhar 27 metros, sem parar (um minuto)			
18. Vestir e tirar a roupa sem parar para descansar			
19. Utilizar transporte público ou dirigir por 1 hora e meia (158 quilômetros ou menos)			
20. Utilizar transporte público ou dirigir por $\pm$ 2 horas (160 quilômetros ou mais)			
21. Cozinhar suas próprias refeições			
22. Lavar ou secar vasilhas			
23. Guardar mantimentos em armários			
24. Passar ou dobrar roupas			
25. Tirar poeira, lustrar móveis ou polir o carro			
26. Tomar banho de chuveiro			
27. Subir seis degraus			
28. Subir seis degraus, sem parar			
29. Subir nove degraus			
30. Subir 12 degraus			
31. Caminhar metade de um quarteirão no plano			
32. Caminhar metade de um quarteirão no plano, sem parar			
33. Arrumar a cama (sem trocar os lençóis)			
34. Limpar janelas			
35. Ajoelhar ou agachar para fazer trabalhos leves			
36. Carregar uma sacola leve de mantimentos			
37. Subir nove degraus, sem parar			
38. Subir 12 degraus, sem parar			
39. Caminhar metade de um quarteirão numa ladeira			
40. Caminhar metade de um quarteirão numa ladeira, sem parar			
41. Fazer compras sozinho			
42. Lavar roupas sem ajuda (pode ser com máquina)			
43. Caminhar um quarteirão no plano			
44. Caminhar dois quarteirões no plano			
45. Caminhar um quarteirão no plano, sem parar			
46. Caminhar dois quarteirões no plano, sem parar			
47. Esfregar o chão, paredes ou lavar carro			
48. Arrumar a cama trocando os lençóis			
49. Varrer o chão			
50. Varrer o chão por cinco minutos, sem parar			

51. Carregar uma mala pesada ou jogar uma partida de boliche			
52. Aspirar o pó de carpetes			
53. Aspirar o pó de carpetes por cinco minutos, sem parar			
54. Pintar o interior ou o exterior da casa			
55. Caminhar seis quarteirões no plano			
56. Caminhar seis quarteirões no plano, sem parar			
57. Colocar o lixo para fora			
58. Carregar uma sacola pesada de mantimentos			
59. Subir 24 degraus			
60. Subir 36 degraus			
61. Subir 24 degraus, sem parar			
62. Subir 36 degraus, sem parar			
63. Caminhar 1,6 quilômetro ( $\pm$ 20 minutos)			
64. Caminhar 1,6 quilômetro ( $\pm$ 20 minutos), sem parar			
65. Correr 100 metros ou jogar peteca, vôlei, beisebol			
66. Dançar socialmente			
67. Fazer exercícios calistênicos ou dança aeróbia por cinco minutos, sem parar			
68. Cortar grama com cortadeira elétrica			
69. Caminhar 3,2 quilômetros ( $\pm$ 40 minutos)			
70. Caminhar 3,2 quilômetros, sem parar ( $\pm$ 40 minutos)			
71. Subir 50 degraus (dois andares e meio)			
72. Usar ou cavar com a pá			
73. Usar ou cavar com pá por cinco minutos, sem parar			
74. Subir 50 degraus (dois andares e meio), sem parar			
75. Caminhar 4,8 quilômetros ( $\pm$ 1 hora) ou jogar 18 buracos de golfe			
76. Caminhar 4,8 quilômetros ( $\pm$ 1 hora), sem parar			
77. Nadar 25 metros			
78. Nadar 25 metros, sem parar			
79. Pedalar 1,6 quilômetro de bicicleta (dois quarteirões)			
80. Pedalar 3,2 quilômetros de bicicleta (quatro quarteirões)			
81. Pedalar 1,6 quilômetro, sem parar			
82. Pedalar 3,2 quilômetros, sem parar			
83. Correr 400 metros (meio quarteirão)			
84. Correr 800 metros (um quarteirão)			
85. Jogar tênis/frescobol ou peteca			
86. Jogar uma partida de basquete ou de futebol			
87. Correr 400 metros, sem parar			
88. Correr 800 metros, sem parar			
89. Correr 1,6 quilômetro (dois quarteirões)			
90. Correr 3,2 quilômetros (quatro quarteirões)			
91. Correr 4,8 quilômetros (seis quarteirões)			
92. Correr 1,6 quilômetro em 12 minutos ou menos			
93. Correr 3,2 quilômetro em 20 minutos ou menos			
94. Correr 4,8 quilômetro em 30 minutos ou menos			

EMA = Pontuação Máxima de Atividade

EAA = Pontuação Ajustada de Atividade = é o EMA menos o número de respostas “parou de fazer” abaixo do EMA.

**Classificação de Atividade:**

- Debilitado (inativo) = EAA < 53
- Moderadamente Ativo = EAA entre 53 e 74
- Ativo = EAA > 74

EAA = \_\_\_\_\_ Classificação = \_\_\_\_\_

## **ANEXO E**

### **Critérios para Interrupção dos Testes**

- ▶ Dor torácica sugestiva de isquemia;
- ▶ Mudanças isquêmicas no ECG;
- ▶ Ectopia complexa;
- ▶ Bloqueio de segundo ou terceiro grau;
- ▶ Queda significativa na pressão arterial sistólica (PAS) (20 mmHg) ou ausência de elevação na pressão sistólica com um aumento na intensidade do exercício;
- ▶ Hipertensão PAS > 250 mmHg e pressão arterial diastólica > 120 mmHg;
- ▶ Dessaturação severa: SpO<sub>2</sub> < 80%, quando acompanhada de sintomas e sinais de hipoxemia severa;
- ▶ Ausência de aumento da FC com uma maior intensidade do exercício;
- ▶ Palidez repentina;
- ▶ Perda da coordenação;
- ▶ Confusão mental;
- ▶ Vertigem ou quase síncope;
- ▶ Sinais de insuficiência respiratória.

Fonte: AMERICAN THORACIC SOCIETY / AMERICAN COLLEGE OF CHEST PHYSICIANS<sup>86</sup>, 2003, p. 227.

## ANEXO F

### Instruções Aos Autores

O **Jornal Brasileiro de Pneumologia (J Bras Pneumol) ISSN-1806-3713**, publicado bimestralmente, é órgão oficial da Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia destinado à publicação de trabalhos científicos referentes à Pneumologia e áreas correlatas.

Todos os manuscritos, após aprovação pelo Conselho Editorial serão avaliados por revisores qualificados, sendo o anonimato garantido em todo o processo de julgamento.

Os artigos que não apresentarem mérito, que contenham erros significativos de metodologia, ou não se enquadrem na política editorial da revista, serão rejeitados diretamente pelo Conselho Editorial, não cabendo recurso. Os artigos podem ser escritos em português, espanhol ou inglês.

#### **Apresentação e submissão dos manuscritos**

A inclusão de um autor em um manuscrito encaminhado para publicação só é justificada se ele contribuiu significativamente, do ponto de vista intelectual, para a sua realização. Fica implícito que o autor participou em pelo menos uma das seguintes fases: 1) concepção e planejamento do trabalho, bem como da interpretação das evidências; 2) redação e/ou revisão das versões preliminares e definitiva, e 3) aprovou a versão final.

A simples coleta e catalogação de dados não constituem critérios para autoria. Igualmente, não devem ser considerados autores, auxiliares técnicos que fazem a rotina, médicos que encaminham pacientes ou interpretam exames de rotina e chefes de serviços ou departamentos, não diretamente envolvidos na pesquisa. A essas pessoas poderá ser feito agradecimento especial.

Os conceitos contidos nos manuscritos são de responsabilidade exclusiva dos autores. Com exceção de trabalhos considerados de excepcional complexidade, a revista considera 6 o número máximo aceitável de autores. No caso de maior número de autores, enviar carta a Secretaria do Jornal descrevendo a participação de cada um no trabalho.

#### **Preparo do manuscrito**

A página de identificação deve conter o título do trabalho, em português e inglês, nome completo e titulação dos autores, instituições a que pertencem, endereço completo, inclusive telefone, fax e e-mail do autor principal, e nome do órgão financiador da pesquisa, se houver.

**Resumo:** Deve conter informações facilmente compreendidas, sem necessidade de recorrer-se ao texto, não excedendo 250 palavras. Deve ser feito na forma estruturada com: Objetivo, Métodos, Resultados e Conclusões. Quando tratar-se de

artigos de Revisão e Relatos de Casos o Resumo não deve ser estruturado. Para Comunicações Breves não deve exceder 100 palavras.

**Abstract:** Uma versão em língua inglesa, correspondente ao conteúdo do Resumo deve ser fornecida.

**Descritores e Keywords:** Deve ser fornecido de três a seis termos em português e inglês, que definam o assunto do trabalho. Devem ser, obrigatoriamente, baseados nos DeCS (Descritores em Ciências da Saúde), publicados pela Bireme e disponíveis no endereço eletrônico: <http://decs.bvs.br>, enquanto os *keywords* em inglês devem ser baseados nos MeSH (*Medical Subject Headings*) da *National Library of Medicine*, disponíveis no endereço eletrônico <http://www.nlm.nih.gov/mesh/MBrowser.html>.

#### **Texto:**

**Artigos originais:** O texto deve ter entre 2000 e 3000 palavras, excluindo referências e tabelas.

Deve conter no máximo 5 tabelas e/ou figuras. O número de referências bibliográficas não deve exceder 30. A sua estrutura deve conter as seguintes partes: Introdução, Métodos, Resultados, Discussão, Agradecimentos e Referências. A seção Métodos deverá conter menção a aprovação do estudo pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos, ou pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Animais, ligados a Instituição onde o projeto foi desenvolvido. Nessa seção também deve haver descrição da análise estatística empregada, com as respectivas referências bibliográficas.

**Revisões e Atualizações:** Serão realizadas a convite do Conselho Editorial que, excepcionalmente, também poderá aceitar trabalhos que considerem de grande interesse. O texto não deve ultrapassar 5000 palavras, excluindo referências e tabelas. O número total de ilustrações e tabelas não deve ser superior a 8. O número de referências bibliográficas deve se limitar a 60.

**Relatos de Casos:** O texto não deve ultrapassar 1500 palavras, excluindo as referências e figuras. Deve ser composto por Introdução, Relato do Caso, Discussão e Referências. Recomenda-se não citar as iniciais do paciente e datas, sendo mostrados apenas os exames laboratoriais relevantes para o diagnóstico e discussão. O número total de ilustrações e/ou tabelas não deve ser superior a 3 e o limite de referências bibliográficas é 20. Quando o número de casos apresentados exceder 3, o manuscrito será classificado como uma **Série de Casos**, e serão aplicadas as mesmas regras de um artigo original.

**Comunicações Breves:** O texto não deve ultrapassar 1500 palavras, excluindo as referências e tabelas. O número total de tabelas e/ou figuras não deve exceder 2 e o de referências bibliográficas 20. O texto deverá ser confeccionado de forma corrida.

**Cartas ao Editor:** Devem ser redigidas de forma sucinta, não ultrapassando 800 palavras e não relacionando mais do que 6 referências bibliográficas. Serão consideradas para publicação contribuições originais, comentários e sugestões relacionadas a matéria anteriormente publicada, ou a algum tema médico relevante.

**Tabelas e Figuras:** Tabelas e gráficos devem ser apresentados em preto e branco, com legendas e respectivas numerações impressas ao pé de cada ilustração. As tabelas e figuras devem ser enviadas em arquivo digital, as primeiras preferencialmente em arquivos Microsoft Word e as demais em arquivos Microsoft Excel, Tiff ou JPG. Fotografias de exames, procedimentos cirúrgicos e biópsias onde foram utilizadas colorações e técnicas especiais serão consideradas para impressão colorida, sem custo adicional aos autores. As grandezas, unidades e símbolos devem obedecer às normas nacionais correspondentes (ABNT: <http://www.abnt.org.br>)

**Legendas:** Legendas deverão acompanhar as respectivas figuras (gráficos, fotografias e ilustrações) e tabelas. Cada legenda deve ser numerada em algarismos arábicos, correspondendo a suas citações no texto.

**Referências:** Devem ser indicadas apenas as referências utilizadas no texto, numeradas com algarismos arábicos e na ordem em que foram citadas. A apresentação deve estar baseada no formato "Vancouver Style", atualizado em outubro de 2004, conforme os exemplos abaixo. Os títulos dos periódicos citados devem ser abreviados de acordo com o estilo apresentado pela *List of Journal Indexed in Index Medicus*, da *National Library of Medicine* disponibilizados no endereço: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/journals/loftext.noprov.html>.

Para todas as referências, cite todos os autores até seis. Acima desse número, cite os seis primeiros autores seguidos da expressão et al.

### **Exemplos:**

#### **Artigos regulares**

1. Neder JA, Nery LE, Castelo A, Andreoni S, Lerario MC, Sachs AC, et al. Prediction of metabolic and cardiopulmonary responses to maximum cycle ergometry: a randomized study. *Eur Respir J*. 1999;14(6):304-13.
2. Capelozzi VL, Parras ER, Ab'Saber AM. Apresentação anatomopatológica das vasculites pulmonares. *J Bras Pneumol*. 2005;31 Supl 1:S9-15.

#### **Resumos**

3. Rubin AS, Hertzell JL, Souza FJFB, Moreira JS. Eficácia imediata do formoterol em DPOC com pobre reversibilidade [resumo]. *J Bras Pneumol*. 2006;32 Supl 5:S219.

#### **Capítulos de livros**

4. Queluz T, Andres G. Goodpastures' syndrome. In: Roitt IM, Delves PJ, editors. *Encyclopedia of immunology*. London: Academic Press; 1992. p. 621-3.

#### **Publicações oficiais**

5. World Health Organization. Guidelines for surveillance of drugs resistance in tuberculosis. 2nd ed. Geneva: WHO; 2003. p. 1-24.

#### **Teses**

6. Martinez TY. Impacto da dispnéia e parâmetros funcionais respiratórios em medidas de qualidade de vida relacionada a saúde de pacientes com fibrose pulmonar idiopática [tese]. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo;1998.

### **Artigos publicados na internet**

7. Abood S. Quality improvement initiative in nursing homes: the ANA acts in an advisory role. Am J Nurs [serial on the Internet]. 2002 [cited 2002 Aug 12];102(6):[about 3 p.]. Available from: <http://www.nursingworld.org/AJN/2002/june/Wawatch.htm>

### **Homepages/Endereços eletrônicos**

8. Cancer-Pain.org [homepage on the Internet]. New York: Association of Cancer Online Resources, Inc., c2000-01 [updated 2002 May 16; cited 2002 Jul 9]. Available from: <http://www.cancer-pain.org/>

### **Outras situações:**

Na eventualidade do surgimento de situações não contempladas pelas Instruções aos Autores deverão ser seguidas as recomendações contidas em *International Committee of Medical Journal Editors. Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals. Updated February 2006*. Disponível em <http://www.icmje.org/>. Exemplos adicionais para situações especiais de citações bibliográficas podem ser obtidos em [www.nlm.nih.gov/bsd/uniform\\_requirements.html](http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html)

### **Envio**

Toda correspondência para a revista deve ser encaminhada para:  
Prof. Dr. José Antônio Baddini Martinez  
Editor-Chefe do **Jornal Brasileiro de Pneumologia**

SEPS 714/914, Bloco E, Asa Sul, salas 220/223  
CEP 70390-145  
Brasília - DF, Brasil  
Telefones/Fax: 0XX61-3245-1030, 0XX61-3245-6218

Email do **Jornal Brasileiro de Pneumologia**:  
[jpnemo@jornaldepneumologia.com.br](mailto:jpnemo@jornaldepneumologia.com.br) (Secretária Luana Campos)

Envio eletrônico de artigos para o **Jornal Brasileiro de Pneumologia** através do endereço: [www.jornaldepneumologia.com.br](http://www.jornaldepneumologia.com.br)