

Revista Brasileira de Fisioterapia

ISSN: 1413-3555

rbfisio@ufscar.br

Associação Brasileira de Pesquisa e Pós-  
Graduação em Fisioterapia  
Brasil

SCLAUSER PESSOA, IMB; PARREIRA, VF; LORENZO, VAP; REIS, MAS; COSTA, D  
ANÁLISE DA HIPERINSUFLAÇÃO PULMONAR DINÂMICA (HD) APÓS ATIVIDADE DE VIDA  
DIÁRIA EM PACIENTES COM DOENÇA PULMONAR OBSTRUTIVA CRÔNICA

Revista Brasileira de Fisioterapia, vol. 11, núm. 6, noviembre-diciembre, 2007, pp. 469-474

Associação Brasileira de Pesquisa e Pós-Graduação em Fisioterapia  
São Carlos, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=235016482008>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

## ANÁLISE DA HIPERINSUFLAÇÃO PULMONAR DINÂMICA (HD) APÓS ATIVIDADE DE VIDA DIÁRIA EM PACIENTES COM DOENÇA PULMONAR OBSTRUTIVA CRÔNICA

SCLAUSER PESSOA IMB<sup>1</sup>, PARREIRA VF<sup>2</sup>, LORENZO VAP<sup>3</sup>, REIS MAS<sup>4</sup> E COSTA D<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Fisioterapia, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Betim, MG - Brasil

<sup>2</sup> Departamento de Fisioterapia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG - Brasil

<sup>3</sup> Departamento de Fisioterapia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP - Brasil

<sup>4</sup> Departamento de Medicina, Faculdade de Ciências Médicas de Belo Horizonte, Belo Horizonte, MG - Brasil

<sup>5</sup> Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia, Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade Metodista de Piracicaba, Piracicaba, SP - Brasil

Correspondência para: Dirceu Costa, Laboratório de Avaliação Funcional Respiratória, Faculdade de Ciências da Saúde, UNIMEP, Rod. do Açúcar, Km 156, Taquaral, CEP 13400-911, Piracicaba, SP – Brasil, e-mail: dirceu@unimep.br

Recebido: 12/02/2007 - Revisado: 12/06/2007 - Aceito: 25/07/2007

### RESUMO

**Introdução:** A hiperinsuflação dinâmica (HD) é um dos mecanismos ventilatórios que podem contribuir para a limitação das atividades de vida diária (AVD) em pacientes com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC). Os objetivos deste trabalho foram avaliar a presença da HD, pela capacidade inspiratória (CI), e sua razão CI/CPT (capacidade pulmonar total), e a sensação de dispneia após uma AVD realizada com os membros superiores (MMSS). **Métodos:** Participaram 32 pacientes com DPOC de moderada a muito grave, com idades entre 54 a 87 anos ( $69,4 \pm 7,4$ ). Os pacientes selecionados foram submetidos a testes de função pulmonar, espirometria e plethysmografia de corpo inteiro. Para as manobras espirométricas e dos volumes pulmonares, foi utilizado um sistema convencional (Vmáx22 Autobox). A CI foi determinada usando um sistema de medidas ventilatórias (Vmáx229d). Foi solicitado elevar potes com pesos de 0,5 a 5,0kg no tempo total de 5 minutos, pegando os potes em cima de uma superfície situada no nível da cintura pélvica e posicionando-os em uma prateleira localizada acima do nível da cabeça. Em todos os pacientes, foram avaliados a CI e a escala de Borg para dispneia. Para a análise dos dados, foram utilizados o teste t de Student para amostras pareadas, a correlação de Pearson, e o teste de Wilcoxon ( $p < 0,05$ ). **Resultados:** Houve diminuição da CI e da CI/CPT ( $p = 0,0001$ ) após AVD. A dispneia aumentou após o exercício ( $p < 0,05$ ). **Conclusão:** A AVD com os MMSS resultou em HD evidenciada pela diminuição da CI e da razão CI/CPT e, também, em aumento da dispneia.

**Palavras-chave:** hiperinsuflação dinâmica; Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica; atividade de vida diária.

### ABSTRACT

#### **Analysis of dynamic pulmonary hyperinflation (DH) following activities of daily living in patients with chronic obstructive pulmonary disease**

**Introduction:** Dynamic hyperinflation (DH) is one of the ventilatory mechanisms that may contribute towards limiting the activities of daily living (ADLs) in patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD). The objectives of this study were to evaluate the presence of DH, by means of inspiratory capacity (IC), IC / total lung capacity (TLC) ratio and by the sensation of dyspnea, following an ADL performed using the upper limbs. **Method:** The participants were 32 individuals aged 54 to 87 years ( $69.4 \pm 7.4$ ) who presented moderate-to-severe COPD. The patients selected underwent pulmonary function tests, spirometry and whole-body plethysmography. For the spirometric and pulmonary volume maneuvers, a conventional system was used (Vmáx22 Autobox). The IC was determined using a Vmax229d ventilatory measurement system. The patients were asked to lift up pots weighing between 0.5 and 5.0 kg over a five-minute period, picking up the pots from a surface at waist level and putting them onto a shelf above head height. All the patients were evaluated regarding IC and using the Borg scale for dyspnea. The data were analyzed using Student's t test for paired samples, Pearson's correlation and the Wilcoxon test ( $p < 0.05$ ). **Results:** There were reductions in IC and IC/TLC ( $p = 0.0001$ ) following the ADL. The dyspnea increased after the exercise ( $p < 0.05$ ). **Conclusion:** The ADL using the upper limbs caused DH, as shown by the reductions in IC and IC/TLC and also by the increase in dyspnea.

**Key words:** dynamic hyperinflation; Chronic Obstructive Pulmonary Disease; activities of daily living.

## INTRODUÇÃO

A Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) caracteriza-se por limitação do fluxo aéreo e seu sintoma mais comum é a dispneia. A limitação do fluxo aéreo deve-se à combinação da redução do recolhimento elástico pulmonar e ao aumento da resistência das vias aéreas. A dispneia é o sintoma primário de limitação ao exercício em pacientes com a doença mais avançada e, frequentemente, leva à limitação das atividades com consequente descondicionamento muscular periférico<sup>1</sup>.

A complexa interação entre as anormalidades dos músculos periféricos, ventilatórias e cardiovasculares explicam a intolerância ao exercício físico, até mesmo durante as atividades simples e corriqueiras de vida diária (AVD)<sup>2</sup>. A hiperinsuflação pulmonar dinâmica ou hiperinsuflação dinâmica (HD) é considerada um importante mecanismo ventilatório-pulmonar que pode contribuir para o prejuízo ou incapacidade ao realizar exercícios físicos. Durante os exercícios físicos, com o incremento da demanda ventilatória nos pacientes com limitação do fluxo aéreo, torna-se inevitável o progressivo aumento do aprisionamento aéreo e, consequentemente, da HD acima dos valores já eventualmente elevados<sup>2</sup>.

Mensurar essa hiperinsuflação torna-se imperioso para se ter um acompanhamento e constante monitoramento desses pacientes. Porém, as rotinas convencionais da espirometria, como as medidas dos fluxos aéreos, nem sempre detectam essa hiperinsuflação. Assim sendo, a manobra da capacidade inspiratória (CI) tem sido usada para monitorar a HD induzida pelo exercício<sup>3-5</sup>. Como a capacidade pulmonar total (CPT) não se altera com o exercício em pacientes com DPOC, mudanças na CI refletem mudanças na capacidade residual funcional (CRF)<sup>6</sup>.

Um estudo recente utilizou a fração inspiratória (FI), que é a divisão da CI pela CPT (CI/CPT), justificando representar melhor a fração de volume disponível para a inspiração do que a medida isolada da CI, uma vez que uma diminuição da FI reflete melhor a combinação deletéria do aprisionamento aéreo mais a hiperinsuflação pulmonar<sup>7,8</sup>.

Testes incrementais limitados por sintomas em esteira ergométrica e cicloergômetros são utilizados, com freqüência, para a determinação da HD em pacientes com DPOC<sup>2,9-12</sup>. Diferentemente dos estudos sobre exercícios com os membros inferiores, relatos sobre o controle da HD durante a realização de AVD com os membros superiores (MMSS) são escassos<sup>13</sup>.

Pacientes com DPOC queixam-se freqüentemente de dificuldade em realizar AVD com os MMSS, particularmente quando esses estão elevados e sem suporte<sup>14-17</sup>. Sabe-se que a hiperinsuflação pulmonar, presente na maioria dos pacientes com DPOC de moderada a grave, aumenta dinamicamente durante exercícios físicos realizados com os MMSS em decorrência das alterações no padrão respiratório, o que

acarreta diversas consequências sensoriais e mecânicas no sistema respiratório<sup>18,19</sup>. Segundo Tangri e Wolf<sup>20</sup>, pacientes com DPOC apresentam um padrão respiratório irregular, superficial e rápido, seguido por dispneia durante atividades como tomar banho, escovar os dentes, pentear os cabelos e amarrar os sapatos. No estudo de Velloso et al.<sup>21</sup>, em pacientes com DPOC, que realizaram quatro AVD envolvendo os MMSS, foi observado um aumento da relação ventilação minuto sobre a ventilação voluntária máxima (VE/VVM), justificando a intensa dispneia relatada por esses pacientes durante a realização de simples atividades diárias.

Tendo em vista a escassez de estudos sobre os efeitos das AVD realizadas com os MMSS sobre os volumes pulmonares de pacientes com DPOC, parece importante elucidar um mecanismo ventilatório-pulmonar que leva à limitação funcional desses pacientes durante a realização dessas AVD. Portanto, os objetivos desse estudo foram verificar a presença da HD, pela análise da CI e sua razão CI/CPT, assim como a sensação de dispneia após uma AVD realizada com os MMSS.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Amostra

Este estudo foi realizado em um laboratório de função pulmonar do hospital Madre Teresa (Belo Horizonte-MG) onde foram avaliados 32 pacientes com DPOC, da comunidade local, recrutados de uma clínica-escola pertencente a uma instituição acadêmica. O tamanho da amostra foi calculado como sendo 22 pacientes, e o cálculo amostral realizado a partir do estudo de Marin et al.<sup>9</sup> cuja metodologia foi similar a do presente estudo.

Como critérios de inclusão do estudo, consideraram-se aptos a participar os pacientes que tinham diagnóstico clínico e funcional da DPOC nos estágios de II a IV, de acordo com os critérios da Iniciativa Global para a Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica<sup>22</sup>, apresentando a razão entre o volume expiratório forçado do primeiro segundo e a capacidade vital forçada -  $VEF_1/CVF < 70\%$  e  $VEF_1 < 80\%$ , com aprisionamento aéreo (aumento do volume residual-VR e da relação VR/CPT,  $>140\%$  e  $>40\%$  do predito, respectivamente) e/ou hiperinsuflação pulmonar (valores da CPT  $> 120\%$  do predito)<sup>23</sup> em condições clínicas estáveis, sem infecção pulmonar nas quatro semanas precedentes aos testes, com história de tabagismo superior a 20 anos-maço e com relato de limitação durante as AVD com os MMSS por dificuldade respiratória.

Foram excluídos do estudo os pacientes que apresentavam asma, insuficiência cardíaca, doenças vasculares periféricas, limitações ortopédicas da cintura escapular e cirurgias recentes.

Esse estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Metodista de Piracicaba, sob o protocolo nº 75/05. Somente participaram do estudo os

pacientes que deram seu consentimento, mediante as explicações dos objetivos do trabalho, em atendimento à Resolução 196/96 do CNS.

### Protocolo

Todos os pacientes selecionados foram submetidos, inicialmente, a testes de função pulmonar, espirometria e pleistomografia de corpo inteiro, segundo as recomendações da American Thoracic Society<sup>24</sup>. Com o objetivo de avaliar a função pulmonar sob condições ventilatórias otimizadas, os pacientes realizaram os testes de função pulmonar após 20 minutos da inalação de 400mg de salbutamol via nebulímetro dosificado<sup>7</sup>. Para as manobras espirométricas e dos volumes pulmonares, foi utilizado um sistema convencional (*Vmáx22 Autobox, Sensormedics Corporation, Yorba Linda, CA*). Um software específico da curva fluxo-volume foi usado para as medidas da CVF, VEF<sub>1</sub> e dos fluxos expiratórios forçados (FEF<sub>25%</sub> e FEF<sub>75%</sub>) durante o teste espirométrico. Os volumes dos gases torácicos foram medidos com o paciente sentado dentro da cabine do pleistomógrafo de volume constante e pressão variável<sup>25</sup>. Os valores preditos foram os de Knudson et al.<sup>26</sup> por contemplar idades acima de 80 anos e Neder et al.<sup>27</sup>, respectivamente.

### Intervenção

Os pacientes simularam a seguinte AVD: elevação de potes com pesos de 0,5, 1,0, 2,0, 3,0, 4,0 e 5,0kg, totalizando um tempo de cinco minutos, com ambos os braços estendidos, apanhando os potes em cima de uma superfície situada no nível da cintura pélvica e posicionando-os em uma prateleira localizada acima do nível da cabeça<sup>21</sup>. A atividade iniciou-se com a elevação do pote mais leve e continuou com os potes mais pesados, progressivamente, até completar toda a série. As séries foram repetidas quantas vezes necessárias dentro do tempo total de 5 minutos, e o número de séries completadas não foi levado em consideração. O suprimento de oxigênio foi administrado para três pacientes pelo catéter nasal a fim de manter a SpO<sub>2</sub> acima de 90% (oxímetro de pulso portátil, Nonim®). Antes de iniciar e ao terminar a AVD, os pacientes foram solicitados a realizar as manobras espirométricas da CI e foi avaliada a dispneia pela escala modificada de Borg<sup>28</sup>.

### Análise da capacidade inspiratória

A CI foi determinada usando um pneumotacógrafo calibrado, estando o paciente inalando enquanto sentado. Os pacientes respiravam por uma peça bucal com um clipe nasal. Cada ciclo respiratório foi mensurado e coletado usando um sistema automatizado de medidas metabólicas e ventilatórias *Vmáx229d Cardiopulmonary Exercise Testing Instrument (SensorMedics, Yorba Linda, CA)* para analisar a variável CI. O equipamento foi calibrado antes do início das coletas. A análise da CI baseia-se no estudo das alças inspiratórias e expiratórias da curva fluxo-volume. A delimitação da CRF,

após o paciente realizar inspirações basais, é de suma importância para o estabelecimento do volume corrente, do volume de reserva inspiratório (VRI), da CI, do volume de reserva expiratório (VRE) e da CRF na curva fluxo-volume. A HD é evidenciada pelo deslocamento das alças inspiratórias e expiratórias para a esquerda, repercutindo em diminuição da CI e aumento da CRF. Uma vez que a CPT não se altera durante o exercício em pacientes com DPOC, a alteração nas capacidades supracitadas comprovam a ocorrência de HD.

Primeiramente o paciente realizava manobras espirométricas da CVF, sendo uma manobra escolhida, atendendo aos critérios de aceitabilidade e reproduzibilidade (diferença menor que 0,15L entre os dois maiores valores de VEF<sub>1</sub> e CVF)<sup>24</sup>.

Depois de quatro a seis ciclos respiratórios, no nível da CRF, os pacientes eram instruídos a inspirar até a CPT, com o comando “enche o peito forte” e, ao término, retornar a respiração basal no intuito de estabelecer a CI basal. A maior de duas manobras reproduzíveis da CI ( $\leq 10\%$  ou  $\leq 150\text{ml}$  de diferença entre as duas) foi selecionada para a análise antes de iniciar a simulação da AVD<sup>2</sup>. Após a intervenção, foram solicitadas, imediatamente, ao paciente, duas manobras da CI, obedecendo ao mesmo comando verbal, sendo escolhida a primeira manobra para a análise devido à maior proximidade do término do protocolo.

### Análise da dificuldade respiratória

Para avaliar o efeito da intervenção sobre o desconforto respiratório, foi utilizada a escala modificada de Borg<sup>28</sup>, considerando-se ausência de cansaço respiratório o escore 0, e a maior sensação de cansaço para respirar o escore 10.

A dispneia funcional foi avaliada usando a escala Medical Research Council<sup>29</sup> (MRC) modificada que inclui cinco situações de atividade física que acarretam dispneia (0 – sem dispneia, a não ser durante exercícios extenuantes; 1 – dispneia correndo no plano ou subindo uma inclinação leve; 2 – devido à dispneia, caminha no plano mais vagarosamente do que pessoas da mesma idade ou, quando andando no plano em seu próprio ritmo, tem que interromper a marcha para respirar; 3 – interrompe a marcha para respirar após caminhar em torno de 100 metros ou após andar poucos minutos no plano; 4 – a dispneia impede a saída de casa, ou apresenta dispneia ao vestir-se ou despir-se), com o intuito de caracterizar a amostra.

### Análise estatística

Os resultados foram apresentados como média  $\pm$  desvio-padrão (Média  $\pm$  DP). As variáveis apresentaram distribuição normal com exceção da variável Borg, segundo os testes de Shapiro-Wilks e Lilliefors. A análise estatística foi realizada utilizando-se o teste t de Student para amostras pareadas e a correlação de Pearson. Para a análise da variável Borg, foi utilizado o teste de Wilcoxon. Um nível de significância de 5% foi estabelecido. As análises foram

realizadas pelo pacote estatístico SAEG® - *Sistema para Análises Estatísticas*, versão 9.0.

## RESULTADOS

Todos os 32 pacientes realizaram o protocolo. A Tabela 1 apresenta os dados de todos os pacientes em relação ao gênero, idade, índice de massa corporal (IMC), anos-maço de cigarro e teste de função pulmonar. Os pacientes apresentaram o VEF<sub>1</sub> entre 22 e 64% do previsto com

**Tabela 1.** Características antropométricas, demográficas e dados de função pulmonar dos pacientes com DPOC.

Parâmetros	Pacientes com DPOC (n= 32)
Sexo H/M	24/8
Idade (anos)	69,38 ± 7,36
Peso (Kg)	65,04 ± 13,76
Altura (cm)	147,53 ± 50,08
Anos - maço	78,03 ± 42,51
VEF <sub>1</sub> -L (% predito)	1,03 ± 0,36 (42 ± 13)
CVF-L (% predito)	2,73 ± 0,84 (89 ± 23)
VEF <sub>1</sub> /CVF%	42 ± 12
CPT-L (% predito)	7,03 ± 1,46 (120 ± 31)
CRF-L (% predito)	5,19 ± 1,37 (160 ± 52)
VR-L (% predito)	4,27 ± 1,35 (228 ± 124)
VR/CPT	61 ± 10
CI % predito	67 ± 15
CI/CPT %	26 ± 7

Dados apresentados como Média ± DP; DPOC= Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica; H= Homens; M= Mulheres; VEF<sub>1</sub>= Volume expiratório forçado no primeiro segundo; CVF= capacidade vital forçada; VEF<sub>1</sub>/CVF= Índice de Tiffeneau; CPT= capacidade pulmonar total; CRF= capacidade residual funcional; VR= volume residual; CI= capacidade inspiratória; CI/CPT= Fração Inspiratória.

evidência de aprisionamento aéreo (n= 32) e hiperinsuflação pulmonar (n= 12). Treze pacientes tinham, na escala MRC, o escore 4; quinze, o escore 3 e quatro, o escore 2.

As duas medidas da CI realizadas no repouso, antes de realizar a AVD, apresentaram uma forte correlação e significância ( $r= 0,90$ ;  $p= 0,0000$ ).

Conforme pode ser observado pelos resultados apresentados na Tabela 2, houve uma diminuição significativa da CI ou hiperinsuflação pulmonar dinâmica após a AVD, de  $2,06 \pm 0,60$  antes versus  $1,68 \pm 0,59$  após ( $p= 0,0001$ ).

Os resultados obtidos da fração inspiratória (CI/CPT), apresentados na Tabela 2, também diminuíram significativamente com a AVD, de  $0,29 \pm 0,07$  antes versus  $0,24 \pm 0,07$  após ( $p= 0,0001$ ).

**Tabela 2.** Capacidade Inspiratória (CI) e Fração Inspiratória (CI/CPT) em pacientes com DPOC (n= 32) obtidos antes e após Atividade de Vida Diária (AVD).

AVD	Antes	Após	p
CI	$2,06 \pm 0,60$	$1,68 \pm 0,60$	$0,0001^*$
CI/CPT	$0,29 \pm 0,07$	$0,24 \pm 0,08$	$0,0001^*$

Dados apresentados como Média ± desvio-padrão; DPOC= Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica; CPT= Capacidade Pulmonar Total; \* =  $p < 0,05$ .

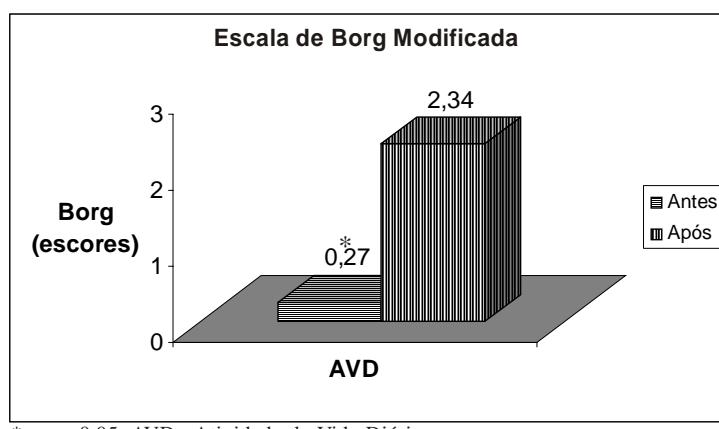
Foi observada uma forte correlação e significância entre a CI e a CI/CPT quando as mesmas foram analisadas antes ( $r= 0,78$ ;  $p= 0,0000$ ) e após ( $r= 0,85$ ;  $p= 0,0000$ ) o exercício.

Pode-se observar, na Figura 1, que os pacientes apresentaram um aumento significativo da dispneia avaliada pela escala de Borg após a simulação da AVD ( $p= 0,00000$ ).

## DISCUSSÃO

A HD tem sido motivo de investigação científica uma vez que se trata de um importante agravante no paciente com DPOC, proporcionando dispneia e limitando sua capacidade de realizar exercícios físicos<sup>2,13</sup>, até mesmo atividades mais simples da rotina de vida diária, como tomar banho, pentear os cabelos e escovar os dentes<sup>20</sup>. Contudo, a escassez de estudos que exploram a HD durante exercícios específicos dos MMSS motivou tal investigação e possibilitou, por meio dos resultados, constatar que a realização de exercícios físicos de colocação de pesos distintos em uma prateleira mais baixa para uma mais alta, simulando atividades de vida diária, causou HD em pacientes com DPOC de moderada a muito grave. Para discutir as causas da HD, constada após a realização da AVD, a compreensão do padrão ventilatório durante a elevação dos MMSS é de fundamental importância. A diferença entre sujeitos saudáveis e pacientes com DPOC durante a realização de exercícios que envolvem a elevação dos MMSS está na dificuldade deste último em otimizar a VE pelo aumento do VC<sup>30</sup>. Esses pacientes aumentam minimamente o VC durante a elevação dos MMSS, pois já respiram a altos volumes pulmonares e, por isso, um aumento adicional no volume resulta em desproporcional diminuição na complacência dinâmica, em aumento da carga dos músculos inspiratórios e do trabalho da respiração<sup>6</sup>.

Portanto, o único modo de pacientes com DPOC aumentar o VM durante a elevação dos MMSS é aumentar a FR, já que a CPT não muda com o exercício<sup>6</sup>. O término prematuro da expiração, causado pela FR rápida, aumenta ainda mais o aprisionamento aéreo e diminui a CI<sup>19</sup>. Diante dessa constatação, pode ser interessante a realização de pesquisas sobre a elaboração de estratégias terapêuticas destinadas à prevenção ou à diminuição da HD durante AVD que envolvam elevação dos MMSS, como aparelhos de



**Figura 1.** Dados apresentados como Mediana.

ventilação não-invasiva ou a respiração com o freno labial associados à realização da AVD.

Estabeleceu-se a CI basal do paciente após a realização de duas manobras que atendiam ao critério de reprodutibilidade, sendo o maior valor da CI basal selecionado para a análise<sup>1</sup>. Ao realizar a análise de correlação de Pearson para esses dois valores da CI basal, constatou-se a presença de uma forte magnitude de correlação. Sugere-se, então, para futuros estudos que utilizarão essa mesma metodologia a possibilidade de realizar apenas uma manobra para estabelecer a CI basal, economizando, assim, esforço do paciente e tempo de coleta.

Determinou-se a HD pela diminuição da CI em valores absolutos e, também, pela diminuição da fração inspiratória após a elevação dos MMSS. A vantagem teórica da análise da CI/CPT sobre a medida da CI isolada poderia estar relacionada ao fato de que pacientes podem apresentar um valor absoluto similar da CI, porém com uma ampla diferença no volume máximo disponível para a expansão pulmonar. Nesse contexto, a combinação de uma baixa relação CI/CPT, com o aumento da CPT (evidenciada pelo aumento da CRF), é potencialmente mais importante do que a redução da CI, visto que os pacientes devem respirar perto da CPT, com consequências negativas sobre o trabalho elástico da respiração<sup>8</sup>.

Albuquerque et al.<sup>7</sup> verificaram que a fração inspiratória, medida em repouso, após a broncodilatação pulmonar, foi um melhor preditor da baixa capacidade máxima de exercício em pacientes com a DPOC comparada à medida isolada da CI. Este estudo não teve como objetivo verificar o melhor índice (CI ou CI/CPT) em prever a tolerância do paciente com DPOC ao exercício, mas pode verificar uma forte magnitude de correlação entre essas variáveis, indicando a possibilidade de escolha de uma delas para avaliar a ocorrência de HD durante a realização de exercícios com a elevação dos MMSS.

O tema central deste trabalho partiu da constatação de que pacientes com DPOC queixam-se de dispneia ao realizarem tarefas que envolvem os braços<sup>20,21</sup>. Este estudo não teve como objetivo avaliar a sensação de dispneia como fator de tolerância ao exercício, haja vista o protocolo elaborado. Porém, a dispneia avaliada pela escala de Borg foi utilizada para observar o cansaço respiratório após a elevação de potes com pesos distintos, simulando uma AVD. Comprovou-se que o exercício com elevação dos MMSS acarreta a dispneia. O mecanismo fisiopatológico da dispneia e a explicação da relação entre a dispneia e a HD não estão ainda totalmente esclarecidos, embora vários sejam os estudos que comprovam essa relação<sup>9,12,13</sup>. A dispneia durante o exercício pode ser explicada pelas contínuas informações sensoriais aferentes (captadas pelos receptores especializados, localizados nas vias aéreas, pulmões e caixa torácica) sobre a diminuição da capacidade de geração de força dos músculos respiratórios aos centros cerebrais superiores. A fraqueza funcional dos músculos respiratórios associada ao aumento do trabalho elástico e resistivo acarretado pela HD aguda leva ao aumento das informações sensoriais aferentes ao comando motor central a fim de manter uma ventilação eficaz e gerar força para os músculos inspiratórios. Com isso, a relação harmoniosa entre a percepção do esforço respiratório e a antecipação da resposta dos centros superiores torna-se desequilibrada. A essa dissociação eferente-aferente, O'Donnell et al.<sup>12</sup> intitularam de dissociação neuroventilatória.

Os achados deste estudo são compatíveis com os de Velloso et al.<sup>21</sup>, os quais avaliaram a sensação de dispneia pela escala de Borg em pacientes com DPOC durante a simulação de algumas AVD, tais como varrer o chão, apagar um quadro, elevar potes de pesos distintos e trocar lâmpadas. Dentre as atividades analisadas, os autores constataram um valor de Borg alto para a atividade que envolvia a elevação de potes com pesos distintos.

Concluindo, AVD realizadas com os MMSS, como a simples elevação de potes com pesos distintos, acarretaram um aumento da hiperinsuflação pulmonar dinâmica e da dispneia, sendo a capacidade inspiratória e a fração inspiratória variáveis sensíveis na avaliação e detecção da hiperinsuflação dinâmica em pacientes com DPOC.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. O'Donnell DE. Hyperinflation, dyspnea, and exercise intolerance in Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Proc Am Thorac Soc.* 2006;3:180-4.
2. O'Donnell DE, Revill SM, Webb KA. Dynamic Hyperinflation and exercise intolerance in Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Am J Respir Crit Care Med.* 2001;164:770-7.
3. Dolmage TE, Goldstein RS. Repeatability of inspiratory capacity during incremental exercise in patients with severe COPD. *Chest.* 2002;121:708-14.
4. Yan S, Kaminski D, Sliwinski P. Reliability of inspiratory capacity for estimating end-expiratory lung volume change during exercise in patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Am J Respir Crit Care Med.* 1997;156:55-9.
5. Grimby G, Striksa J. Flow-volume curves and breathing patterns during exercise in patients with obstructive lung disease. *Scand J Clin Lab Invest.* 1970;25:303-13.
6. Stubbings DG, Pengelly LD, Morse JLC, Jones NL. Pulmonary mechanics during exercise in subjects with chronic airflow obstruction. *J Appl Physiol.* 1980;49:511-5.
7. Albuquerque ALP, Nery LE, Machado TYS, Oliveira CC, Paes AT, Neder JA. Inspiratory fraction and exercise impairment in COPD patients GOLD stages II-III. *Eur Respir J.* 2006;28: 939-44.
8. Casanova C, Cote C, Torres JP, Aguirre-Jaime A, Marin JM, Pinto-Plata V, et al. Inspiratory-to-total lung capacity ratio predicts mortality in patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Am J Respir Crit Care Med.* 2005;171: 591-7.
9. Marin JM, Carrizo SJ, Gascon M, Sanchez A, Gallego B, 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;163:1395-9.
10. Maesto LP, Pedro JG, Abad YM, Ona JMR, Lorente D, Cubillo JM. Dyspnea, ventilatory pattern, and changes in dynamic hyperinflation related to the intensity of constant work rate exercise in COPD. *Chest.* 2005;128:651-6.
11. 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;158:1557-65.
12. O'Donnell DE, Webb KA. Exertion breathlessness in patients with chronic airflow obstruction. *Am Rev Respir Dis.* 1993;148:1351-7.
13. Gigliotti F, Coli C, Bianchi R, Grazzini M, Stendardi L, Castellani C, et al. Arm exercise and hyperinflation in patients with COPD. *Chest.* 2005;128:1225-32.
14. Baarens EM, Schols AMWJ, Slebos DJ, Mostert R, Janssen PP, Wouters EFM. Metabolic and ventilatory response pattern to arm elevation in patients with COPD and healthy age-matched subjects. *Eur Respir J.* 1995;8:1345-51.
15. McKeough ZJ, Alison JA, Bye PTP. Arm exercise capacity and dyspnea ratings in subjects with chronic obstructive pulmonary disease. *J Cardiopulm Rehabil.* 2003;23:218-25.
16. Criner GJ, Celli BR. Effects of unsupported arm exercise on ventilatory muscle recruitment in patients with severe chronic airflow obstruction. *Am Rev Respir Dis.* 1988;138:856-61.
17. Epstein SK, Celli BR, Martinez FJ, Couser JI, Roa J, Pollock M, et al. Arm training reduces the VO<sub>2</sub> and VE cost of unsupported arm exercise and elevation in chronic obstructive pulmonary disease. *J Cardiopulm Rehabil.* 1997;17:171-7.
18. McKeough ZJ, Alison JA, Bye PTP. Arm positioning alters lung volumes in subjects with COPD and healthy subjects. *Aust J Physiother.* 2003;49:133-7.
19. Dolmage TE, Maestro L, Avendano MA, Goldstein RS. The ventilatory response to arm elevation of patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Chest.* 1993;104:1097-100.
20. Tangri S, Wolf CR. The breathing pattern in Chronic Obstructive Lung Disease during the performance of some common daily activities. *Chest.* 1973;63:126-7.
21. Velloso M, Stella SG, Cendon S, Silva AC, Jardim JR. Metabolic and ventilatory parameters of four activities of daily living accomplished with arms in COPD patients. *Chest.* 2003;123: 1047-53.
22. Rabe KF, Hurd S, Anzueto A, Barnes PJ, Buist SA, Calverley P, et al. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease: GOLD Executive Summary. *Am J Respir Crit Care Med.* 2007;176: 532-55.
23. Ruppel GL. Lung volumes and gas distribution tests. In: Ruppel GL, editor. *Manual of Pulmonary Function Testing.* St. Louis: Mosby; 1998. p. 69-94.
24. American Thoracic Society. Lung function testing; selection of reference values and interpretative strategies: American Thoracic Society Statement. *Am Rev Respir Dis.* 1991;144:1202-18.
25. Diretrizes para teste de função pulmonar. *J Pneumol.* 2002;28: 95-100.
26. Knudson RJ, Lebowitz MD, Holberg CJ, Burrows B. Changes in the normal maximal expiratory flow-volume curve with growth and aging. *Am Rev Resp Dis.* 1983;127:525-734.
27. Neder JA, Nery LE, Castelo A, Andreoni S, Lerario MC, Sachs A, et al. Prediction of metabolic and cardiopulmonary responses to maximum cycle ergometry: a randomized study. *Eur Respir J.* 1999;14:1304-13.
28. Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc.* 1982;14:377-81.
29. American Thoracic Society. Surveillance for respiratory hazards in the occupational setting: ATS statement. *Am Rev Respir Dis.* 1982;126:952-6.
30. Cerny FJ, Ucer C. Arm work interferes with normal ventilation. *Appl Ergon.* 2004;35:411-5.